科学技術振興調整費
成果報告書

重要課題解決型研究等の推進：科学技術政策に必要な調査研究

「研究開発のアウトカム・インパクト評価体系」

調査研究の概要----------p.1

研究の詳細と参考資料

1. 調査研究の詳細

1.1. 実績概念の枠組みとアウトカムの定義----------p.4

1.2. 調査とメトリックス

1.2.1. アウトカム（本質的実績）の把握----------p.21

1.2.2. ビブリオメトリクス----------p.23

1.2.3. パテントメトリクス----------p.36

1.2.4. マクロ・エコノメトリックス----------p.55

1.2.5. ミクロ・エコノメトリックス----------p.64

1.2.6. アディショナリティ測定----------p.91

1.2.7. ソシオ・メトリックス----------p.100

1.3. 適用事例の紹介

1.3.1. 研究開発独法の機関評価に係るアウトカム分析－NITE を事例にして----------p.131

1.3.2. 大学の組織改革に係るアウトカム分析-北海道大学を事例にして-----------p.152

1.3.3. 企業活動のマネジメントに係るアウトカム分析----------p.162

1.3.4. 主要各国における実績概念の定義とアウトカム指標の事例----------p.179

1.3.5. 先端技術プログラム（ATP）における実績の測定----------p.199

1.3.6. 海洋大気庁（NOAA）における実績の測定----------p.224

1.4. 実施者のためのポイントと解説----------p.229

調査研究の概要

■ 調査研究の趣旨

我が国では、法律や規定等により「政策」や「機関」を対象とした評価が幅広く義務づけられてきた。しかし、研究開発が関わる成果は長期的・間接的にたち現れることが多く、評価を行う上で、その実態であるアウトカムやインパクトの把握は容易ではなく、定義も混乱がある。国の示した「研究評価の大綱的指針」においてもこの点に関し未だ具体的なガイドラインが示されていない。研究開発の特殊性を踏まえ、評価の質を高めるために、海外の先進事例を分析し、アウトプットやアウトカム、インパクトに係る我が国に適した評価手法の体系を整備する必要がある。

研究開発の成果は多元的・多面的に把握されるべきである（直接的成果と間接的成果、意図的成果と非意図的成果、さらには成果の形式的側面と内容的側面など）。評価において重要なのは、成果の形式的側面（アウトプット）ではなく内容的側面（アウトカム）である。また、研究開発の種類によっては直接的成果だけではなく間接的な波及効果（インパクト）が重要である場合もある。このような研究開発成果の把握には、特に開発された分析法（メトリックス）が必要であり、またその適用は対象や状況に依存的であるため、方法論として使いこなせるようになるためには多くの実施経験が必要である。

本調査研究では、研究開発のアウトカムとインパクトを主要な対象として、様々な背景をもつ調査・分析・評価の重要事例を調査し、関係方法論を体系的に把握し、その結果を踏まえ、我が国における評価実務の実施に役立つ実務マニュアルを作成し、さらに、我が国の状況に適合・普及させるために、評価関係者間において検討を深め、成果の共有化を図った。

■ 調査研究の概要

本調査研究は、研究開発の特殊性を踏まえ、評価の質を高めるために、海外の先進事例を分析し、我が国に適した評価手法の体系を整備する必要があり、その達成を目的として実施したものである。

調査内容及び方法として、アウトカム・インパクト等の実績概念の枠組みや定義、及び評価方法論について、海外を中心とした文献・ウェブ調査及びインタビュー調査等の結果や調査研究委員会での議論をもとにとりまとめるとともに、研究開発施策のアウトカム等の評価に関する実務的なガイドラインとなるよう「実施者のためのポイントと解説」をまとめた。また、その内容の普及と評価関係者間における共有化に努めるため、ワークショップ型の研修会を開催した。なお、本調査研究では、調査研究委員会を計 6 回開催し（平成 17 年 8 月 4 日、8 月 30 日、9 月 30 日、10 月 28 日、12 月 9 日及び平成 18 年 1 月 19 日）、調査研究の進め方及び調査内容について検討頂き、助言を得た。

以下、各調査項目に沿って、概要をまとめた。

1. アウトカム・インパクトの評価方法論調査と実務マニュアルの作成

(1) 実績概念の枠組みとアウトカムの定義

内外で混乱のみられる実績概念について、文献・ウェブ調査や調査研究委員会での議論、海外有識者へのインタビュー調査等により整理を行った（第 1 章）。また、実績概念に加え、アディショナリティ（Additionality）等の類似概念や関連政策の枠組みについても、あわせて整理を行った。なお、海外訪問調査では、次項に述べる調査方法論についてもあわせてインタビューを実施した。メールアンケート等を含めたインタビュー調査の対象者は次の通りである。

- Stefan Kuhlmann（独 FhG-ISI）
- Luke Georghiou（英 PREST）
- Ken Guy（英 Wise Guys Ltd.）
- Jonathan Adams（英 EVIDENCE）
- Erik Arnold（英 Technopolis Ltd.）
- Susan Cozzens（米 GIT）

・Irwin Feller（米 AAAS）
・Stephanie Shipp（米 ATP）
・Terttu Luukkonen（フィンランド ETLA）

（2）実績把握のための「調査とメトリックス」

以上で整理したような研究開発成果の把握には、特に開発された分析法（メトリックス）が必要である。一般に数量的な分析手法を評価論ではメトリックス metrics・計量的方法論といい、非数量的手法を中心にした手法の場合、メジャメント measurement という。本調査研究では、海外でまとめられた文献ベースの方法論体系に係る既存の総説や調査研究委員会での問題提起をもとに、文献情報を数量的に扱うビブリオ・メトリックス、特許の書誌情報等を手がかりに分析するパテント・メトリックス、経済性分析の数量的手法であるエコノ・メトリックス、また社会調査法の数量的手法であるソシオ・メトリックスについて紹介する。なお、エコノ・メトリックスについてはマクロとミクロに分けてある。これらの他に、アディショナリティを把握する手法についても補完的な観点から取り上げた（第 2 章）。

（3）国内外における適用事例の発掘とまとめ

また、これらのメトリックスの適用は対象や状況に依存的であるため、方法論として使いこなせるようになるためには多くの実施経験が必要である。本調査研究では、これらに留意しつつ、内外の評価関連機関等のウェブサイトや調査研究委員会での事例紹介等を手がかりに、典型的な評価実施事例について調査を実施した（第 3 章）。とりあげた事例は次の通りである。

国内事例について、

- （独）製品評価技術基盤機構を事例にした研究開発独法の機関評価に係るアウトカム分析
- 北海道大学を事例にした大学の組織改革に係るアウトカム分析
- 企業活動のマネジメントに係るアウトカム分析

海外事例について、

- 主要各国（米英独）における実績概念の定義とアウトカム指標の事例
- 米国国立標準・技術研究所 NIST の先端技術プログラム ATP におけるアウトカム評価事例
- 米国海洋大気庁 NOAA におけるエコノ・メトリックス等の適用事例

（4）実務的評価ガイドライン「実施者のためのポイントと解説」

以上の成果を踏まえ、研究開発施策のアウトカム等の評価に関する実務的なガイドラインとなるよう、「実施者のためのポイントと解説」をまとめた。（第 4 章）。具体的には、我が国の研究開発評価の枠組みに適合的なアウトカム評価という観点から、我が国の現状を踏まえた施策評価の際の重要ポイントを解説するとともに、イノベーションを念頭においた研究開発施策モデルの類型ごとに、仮想事例を交えて解説をまとめた。

2. 実務的評価マニュアルの検証・改善、普及と共有化

評価関係者に開かれたワークショップにおいて、作成した「実施者のためのポイントと解説」についての検討を深め成果の共有化を図った。

■ 実施体制

研 究 項 目	担当機関等	研究担当者
1. アウトカム・インパクトの評価方法論調査と実務マニュアルの作成	(財)政策科学研究所	◎平澤 冷(理事・東京大学名誉教授) ○大熊和彦(研究部長・主席研究員)
2. 実務的評価マニュアルの検証・改善、普及と共有化	(財)政策科学研究所	◎平澤 冷(理事・東京大学名誉教授) ○伊東慶四郎(主席研究員)

◎ 代表者
○ サブテーマ責任者

外部協力メンバー:

大久保 嘉子　　Labotatoire Stratégie & Technologie、Ecole Centrale Paris （フランス）

研究所担当メンバー:

研究責任者	大熊 和彦	研究部長・主席研究員
研究分担者	伊東 慶四郎	主席研究員
	加藤 悟	主任研究員
	藤澤 姿能子	主任研究員
	川島 啓	研究員
	野呂 高樹	研究員
	田原 敬一郎	研究員

■ 研究推進委員会

「研究開発のアウトカム・インパクト評価体系」調査研究委員会:

主査	平澤 冷	東京大学名誉教授、(財)政策科学研究所理事
委員	高橋 浩	北海道大学創成科学研究機構研究企画室教授
	原山 優子	東北大学大学院工学研究科教授
	菊池 純一	青山学院大学法学部教授
	鈴木 潤	芝浦工業大学大学院工学マネジメント科教授
	伊地知 寛博	一橋大学イノベーション研究センター助教授
	林 隆之	大学評価・学位授与機構助教授
	加藤 敦宣	成城大学社会イノベーション学部助教授
	伊藤 豪一	みずほ情報総研(株)公共経営室シニアコンサルタント

1. 調査研究の詳細

1.1. 実績概念の枠組みとアウトカムの定義

東京大学 名誉教授
(財)政策科学研究所 理事
平澤 冷

本調査研究に直接関係する実績(performance)概念についてまずその枠組みを整理し、次に本題であるアウトカム概念について現在主要国で使用されている定義と用例についてまとめ、最後に本報告書としての結論を記述する。

■ 1．1．実績概念の枠組み

(1) 成果と過程

実績に関する標準的な概念の枠組みを図 1.1.-1 にまとめる。実績(performance)には 2 局面があり、成果(product)と過程(process)である。過程に関する部分はしばしば忘れられ、実績＝成果とされることが多いが、これは初歩的な間違いである。特に、研究開発のように「行為」と「成果」との関係が複雑で、行為と成果が直結していない場合には両者をつなぐ「過程」のありようを把握することが重要になる。

また、アウトプット以外に成果を把握出来ていない場合もしばしばみられる。評価者が成果の一部しか把握していないとすれば、被評価者にとっては迷惑な話である。

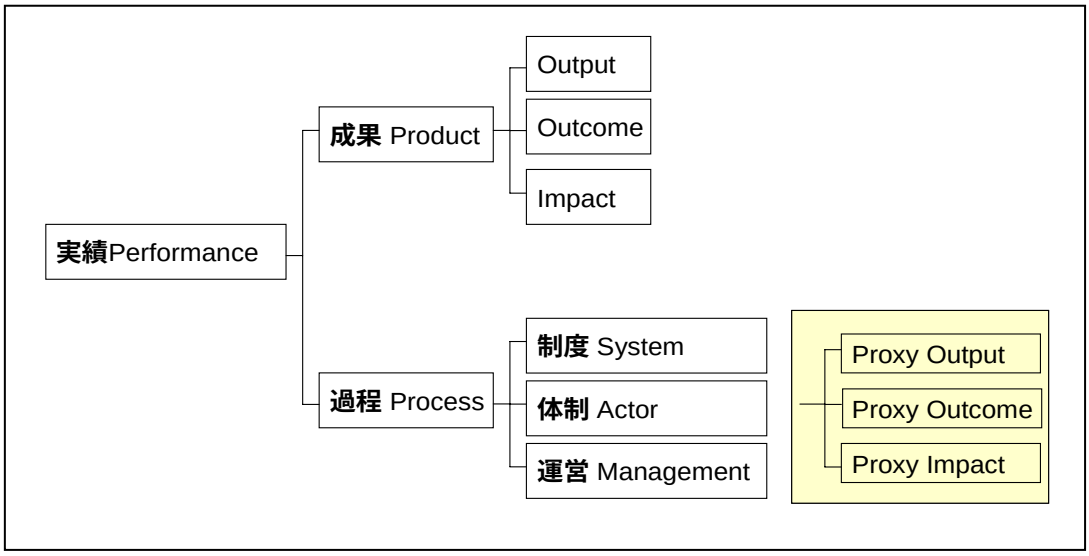


図 1.1.-1 実績の標準的な概念区分

「成果」はアウトプット(output)、アウトカム(outcome)、インパクト(impact)に区分されるのが一般的である。アウトカムとインパクトの区別をしないでまとめてアウトカムとしたり、逆に成果すべてをインパクトと呼んだりする場合もあるが、後に述べるようにこれらはそれぞれ特定の意図の下で使用される場合に限られる。

「過程」は制度(system)、体制(actor)、運営(management)の 3 局面に区分して把握される。また、過程に関してもアウトプット、アウトカム、インパクトの概念区分をプロキシ(proxy)概念として仮想的に適用する場合もみられる。これらの用例についても後に述べる。

(2) 前後比較と有無比較

実績の把握に関し、上記のようにアウトカム概念を中心としたセットの他に、アディショナリティ(additionality)概念を用いる捉え方がある。アディショナリティとは投資分にみあう実績のことである。図 1.1.-2 に示すように、アウトカム概念のセットは行為の実施前後(before-after)の状態の差Xをとる考え方であるのに対して、アディショナリティ概念のセットは行為の実施の有無(with-without)の状態の差X(A)をとることに相当する。

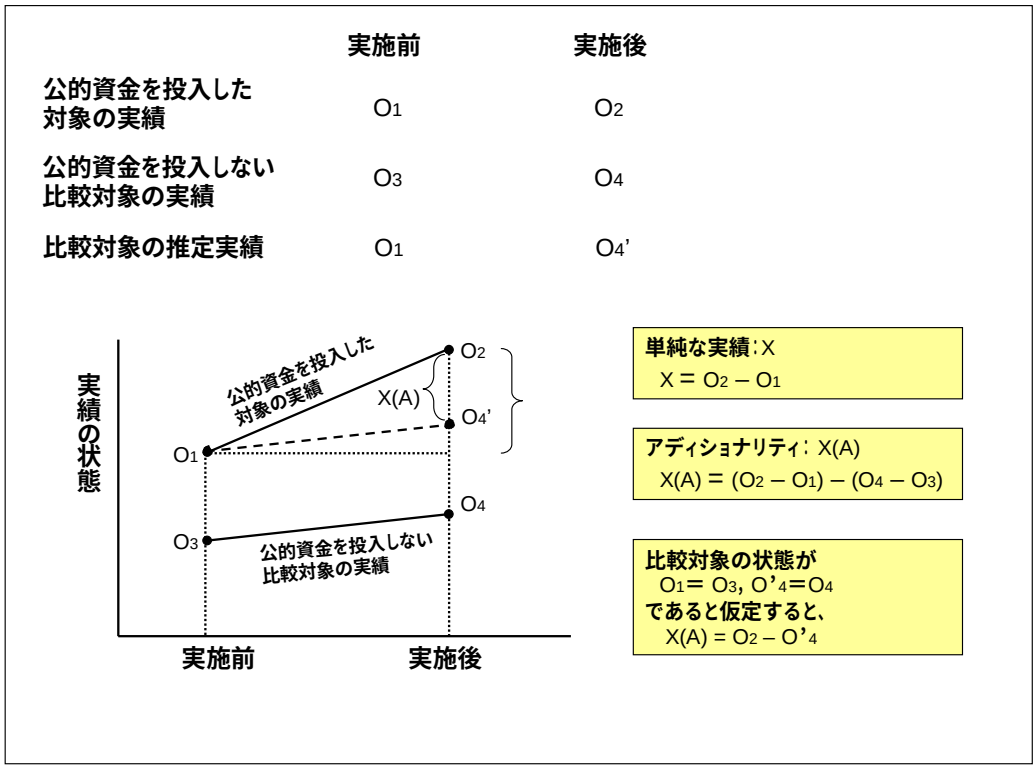


図 1.1.-2 実施の前後比較と有無比較

公的資金による研究開発を例にとると、民間企業が実施者である場合、公的資金投入の有無にかかわらず、民間企業は自己資金により研究開発を常時進めているわけで、当該公的資金による効果が純粋にどこまでであるかについては、より精緻な判断が必要になる。公的資金のみで全ての行為が賄われている場合には、比較対象である「公的資金が投入されなかった場合」に対しては前後の状態は同一であり、アディショナリティ概念を持ち出す必要はなく、公的資金による研究開発行為の前後の差をとるだけで十分である。しかし、通常は公的資金が呼び水となって、当該研究開発に民間資金が付加されることが多く、このような場合では厳密には公的資金の寄与分が把握されなくてはならない。この呼び水効果の大きさはケースごとに大きく異なるので、より厳密には単純な前後比較ではなくアディショナリティ概念を用いるべきである。しかし、それはまずアウトカム概念を明確にしてから取り組むべき発展的課題であると考える。

(3) 意図的(主題的)と非意図的(副次的)

実績を規定するもう一つの視点は、掲げた目的や目標に対する関係性である。政策的な意図(intended)を重視する立場からは政策的な目標に対する実績が重要であり、その視点からの実績を把握する枠組みが構想される。たとえば、単なる成果ではなくより実質的な社会経済的な効果、サービスの質、管理効率等である。また逆に、基礎的な研究のようにリスクの大きな対象に公的資金を投入する場合には、図らずも判明したような非意図的(unintended)成果も実績の中身に算入すべきであろう。このように、実績の範囲を目的に照らした意図的な実績に限定するか非意図的に得られた実績までを加えるかについて考慮する必要がある。

(4) 現象論的区分

実績の区分の仕方として、上記のような原理的区分にはよらないで、単純に現象論的に区分する場合もある。「直接／間接」や、「短期／中期／長期」等である。しかしこの場合も、厳密には何が「直接」であるのか、「短期」とは何年までか等を明確にする必要があり、このような現象論的区分概念は便利ではあっても大雑把な議論にしか適用できない。

■ 1．2．アウトカム概念の定義と用例

前節でみたように、実績を把握する概念的な枠組みが多様であるように、アウトカム概念についてもその定義や用例には幅がある。実績概念の枠組みに関しては、適用目的に応じて適切な枠組みを用いるならば、その限りにおいて混乱を来さないが、アウトカム概念については同一の用語を用い異なる内容を表現することになるのでしばしば混乱を招く。また特に、アウトカム概念は評価対象の内容を規定するため、実務的に有用な内容を示す概念であると同時に論理整合的である必要がある。

まず、アウトカムの原義を確認した後に、海外の行政機関での定義を紹介し、さらに政策評価分野の研究者の概念規定や用例についてまとめる。

(1) アウトカムの原義

まず、アウトプット（output）と対比させてアウトカム（outcome）の原義を確認する。辞書的にはアウトプットは「出力」であり、アウトカムは「結果」である。

物理モデルで考えるならば（図 1.1.-3）、たとえば、発電機のアウトプットは電力であり、その電力はクーラーを動かして空調機能を維持したり、TVを作動させニュースやドラマを提供したりする。発電装置による「行為」は外部装置（クーラーやTV）の下で様々な「結果」を生み出す。語義に含まれるニュアンスとしては、アウトプットは内部的（internal）活動で自らが活動内容を制御できるのに対し、アウトカムは外部（external）の影響下で生み出される結果であり、アウトプット行為（発電機による発電）からみればその内容を完全には制御できない。このアナロジーは評価における成果の把握においても用いられることがある（たとえば GPRA）。

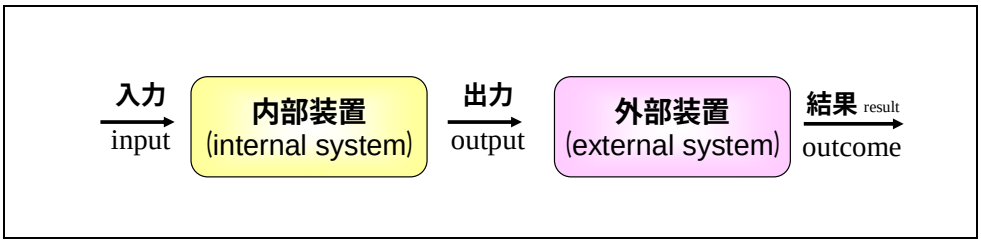


図 1.1.-3 物理モデルにおけるアウトカム

次に、インカム（income）と対比させてアウトカムの語義を吟味してみよう。産業連関表を念頭においてアウトカムの概念を考える。いわばレオンチェフモデルのアウトカムである。図 1.1.-4 に示したように、産業連関の中に在る或る活動主体を想定する。その活動主体にインプット（input「入力」）が与えられその行為によりアウトプットが産出される。産出された出力は産業連関の連鎖を経て2種類の結果をもたらす。第 1 は活動主体にインカムとしての「結果」をもたらし、第 2 にはその他の「結果」としてのアウトカムを連鎖システムに提供する。つまり、レオンチェフモデルでは、アウトプットは産業連関の連鎖の中でインカムとアウトカムに変換され、アウトカムは自己以外の最終需要者にもたらされる。このモデルによる場合、アウトカムは経済社会にもたらされる「結果」の全てに相当し、インパクト概念は論理的に存在しない。

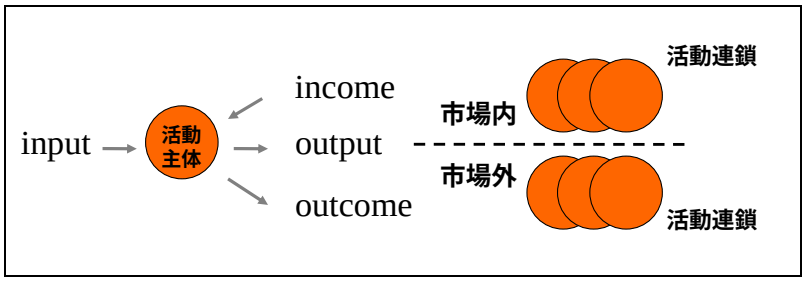


図 1.1.-4 アウトカムの原義（レオンチェフモデル）

outcome に相当する言葉はフランス語には無く、また英語のネイティブスピーカにとっても理解しにくい語であるという（Erik Arnold）。outcome が理解しにくい理由は、それが特定のモノとかコトを表す対象概念ではなく、物理モデルやレオンチェフモデルのような何らかの論理モデルを前提にした概念であるからであろう。このことはまた、いかなるモデルを下敷きにしてアウトカムの語を用いるかによりその定義が異なることを意味している。評価の実務的現場において、アウトカムの語義が混乱するかなりの原因は、経済学や経営学等のそれぞれのディシプリンの内部で一般的に用いられているモデルにアウトカムの語を当てはめ、その個別の語義をディシプリンを超えて使用していることにある（表 1.1.-1）。EU委員会では、3年にわたる議論の末、outcome の語の使用をやめ、最近 result をその代わりに用いることにした。すなわち、EUでは、成果の区分は output, result, impact である。

アウトカム概念はモデル依存の概念である。どのようなモデルを想定してアウトカム概念を用いているかをまず明らかにする必要がある。研究開発政策を対象にする場合、借り物のモデルではなく、対象に相応しいモデルをまず想定することが重要である。

表 1.1.-1 成果（アウトプット、アウトカム、インパクト）概念の混乱の原因

- **日常語の慣用的使用**
  - ー狭義のインパクト（波及効果）と広義のインパクト（成果全体）
- **研究開発モデルの限定的使用**
  - ーリニアモデルのみを前提とする
    （アウトプット：科学技術的成果，アウトカム：経済的成果）
  - ー多段階研究開発プロセスのみを前提とする
    （アウトプット：第一段階成果，アウトカム：最終段階成果）
- **特定のディシプリンの概念を一般的に適用**
  - ー経済学や政治学の特定の概念
- **評価論の誤用**
  - ー成果概念と実績概念（成果の他に、コスト，体制，マネジメント等）の非分離
  - ープロジェクト実施者の分析のみに集中（アウトカムとインパクトの非分離）
- **現象論的把握のみを行なう**
  - ー直接/間接，短期/中期/長期のみを用いる

研究開発評価における成果概念の更なる混乱の原因は、研究開発モデルの多様性に関する認識不足に起因している。このことは上記の混乱原因の延長線上にある。上に述べた物理モデルはフィードバック回路を備えていない単行的（リニア）なモデルである。研究開発モデルにもリニアモデルは存在するが、極めて多数の事例研究を重ねてきた技術経営論（MOT）によれば、リニアモデルは欠陥の多い非効率なアプローチであることが明白であるとされている。このような欠陥モデルを前提にした議論を行う者は無知以外の何者でもない。また、レオンチェフモデルでは、活動主体を中心とした入出力関係について結果としてそれらがどのようになったかが整理されている。しかし研究開発活動の本質は「意図した目標に向かう仮説検証サイクルの反復的学習」であり、動的な取り組みこそがモデル化されるべき内容である。活動主体がアウトプットを出した後の状況は、活動主体にとって制御出来ないとするモデルでは、無責任な研究開発活動が横行することに

なる。「結果としてアウトカムを出してください。しかしアウトカムへの転化はあなたの責任ではありません」というモデルは研究開発にとってはやはり欠陥モデルである。

(2) 行政機関で用いられる実績の枠組みとアウトカムの定義

フランスを除く主要国では、施策の多くはプログラム化されている。プログラム化された施策のことを「プログラム program/programme」とよび、プログラムは、政策体系の中での位置付け、戦略計画と施策内容に係る達成目標、施策展開のための制度と体制、それに各段階での評価法を含むマネジメント手法等が明確に規定されたものである。したがって、実績の区分概念とアウトカムの定義は、このような属性を備えたプログラムの評価を想定して定められている。プログラムの多くは行政機構内部で循環的に見直されより効率的なものへと修正される。ここでは、「プログラム」を対象にした評価を念頭に置き、その実績の枠組みとアウトカム概念について、主要国の状況を整理した。

なお、上位の政策では世論を直接反映させるメカニズムがより多く用いられることになり、評価のあり方は多少異なるが、ここではその実態に関しこれ以上深入りしないこととする。

a. 米国の事例

一般に行政機関に適用される評価には予算過程と決算過程の2種類がある。

米国の場合、行政府での予算過程において最も重要な評価は大統領府行政管理予算局 OMB においてなされ、その評価はプログラム評価手法 PART (Program Assessment Rating Tool)に則して行われる。PART は、具体的にはプログラムを評価する手法であるが、研究開発関連予算では、予算量の約 70%がプログラム化されていて、プログラム化された全施策が評価対象とされる。そして毎年 1／5 程度のプログラムが精査の対象に取り上げられる。この方式はブッシュ政権になってから導入された。前政権のクリントン政権に対し議会が定めた行政実績成果法 GPRA に基づく評価項目をその一部に含んでいる。その意味で PART は現政権にとって予算過程において最も重要な評価手法であり、また全省庁に適用されるものでもある。

また、決算過程に対しては行政機関とは独立に連邦議会の下にある行政明示局 GAO（Government Accountability Office: General Accounting Office を改称）が対応する。なお、PART はプログラムに対し循環的に適用されるので、行政機関内部においても決算状況に対し PART システムによる評価が実質的に適用されることになる。

ⅰ) PART における規定

PART は循環的にプログラムの改善を図ることを目的としている。そのために実績の把握と共にプログラムとしての完全性を追求する。実績の把握はアウトカム概念を手がかりとし、プログラムの完全性はロジックモデルをツールとしてプログラムの設計上の論理的完全性を手がかりとしている。

PART を運用するための解説書（Guidance for Completing the Program Assessment Rating Tool (PART)）が OMB によって作成され、運用経験を参考にして毎年その内容が改善されてきている。この解説書はプログラムを評価するための概念的枠組みについて述べると共に、評価と関連して各プログラムがどのような実績をあげるべきかについて解説したものである。全プログラムを対象にした一般的解説部分では、アウトカムとアウトプットは次のように規定されている。

・Outcomes describe the intended result.

・Outputs describe the level of activity.

アウトカムは「意図した結果」であり、アウトプットは「活力のレベル」である。プログラムの目標として設定された内容に係る成果がアウトカムであり、アウトプットはアウトカムを生み出す活力や能力の高さである（図 1.1.-5）。

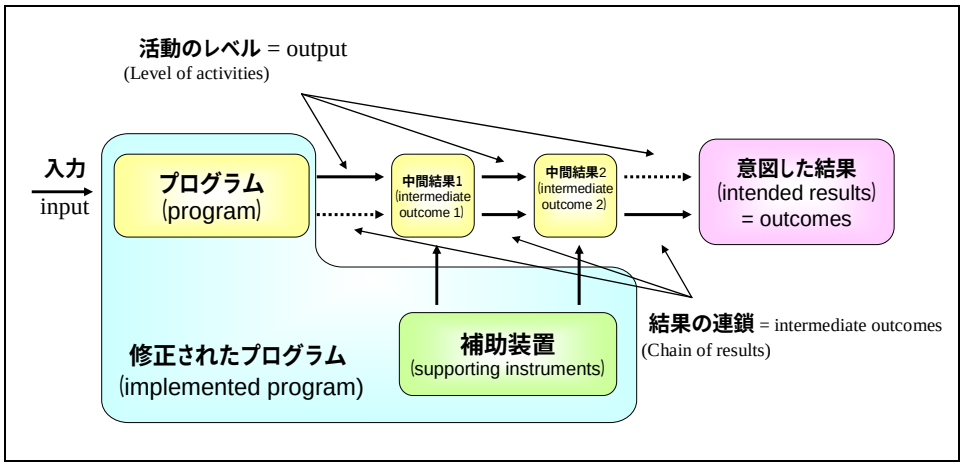


図 1.1.-5 PART モデル

アウトカムは公共の便益に連なるプログラムの最終的な結果であり、プログラムの評価にとって最も重要な情報である。しかし通常プログラムはその途中の段階で評価されるので、プログラムの最終的なゴールに焦点を絞り、現実に測定されるプログラムの活力の水準（アウトプット）をプログラムの成果（アウトカム）に翻訳（translate）しなくてはならない。アウトプットはアウトカムを把握するための先行指標であり、その限りにおいて意味をもつ。アウトプット情報をまず集めそれからそれらをアウトカム情報に翻訳するのではなく、アウトカム情報に連なるアウトプット情報の活力を測定する。

このような概念設定の背景には公共性に関する厳格な認識がある。米国では公的資金は公共の便益を生み出すためにのみ使用される。プログラムは公共のために設定されるので、プログラム管理者はプログラムの成果を最後まで見届ける責務がある。PART を導入した当初、OMB による評価結果をめぐってプログラム担当者との間で最も食い違いを生じたのはこの点に関する認識のズレであった。多くのプログラム担当者はプログラムに掲げた目標の手前にある成果をプログラムの最終成果として放出し、「あとはどなたかにお任せします」式の運営になれていた。このような場合 OMB は最終成果に至る過程を担保するアクターとのパートナーシップの仕組み等をプログラムに付加することを求めた。プログラムとしての完全性の追求である。また、公的組織等へのブロックファンドに相当するプログラムのように、プログラムの直接的受益者が市民ではなくその手前に位置する公的組織や公的機関である場合、その組織や機関の公共への貢献の効率性の検証が厳しく求められることになる。また、例外的ではあるが対象機関が民間企業であるようなプログラムの場合は、企業活動の公共への貢献の状況が一層厳しく詮索されることになる。国立標準技術研究所 NIST の先端技術プログラム ATP はその典型的な事例であり、毎年プログラム自体の存続が問われる状況に置かれている。

PART にはインパクト概念が存在しない。その理由は上記により明白であろう。ただし、研究開発プログラムに関しては付節を設け GPRA 導入以来の議論を引き継ぎ、特に基盤的および基礎的研究プログラムに対しては他のプログラムと同様の方式でアウトカムを特定することは期待していない。しかし、成果のハイライトが何であるかを明確にし、定性的なアウトカム測定や定量的な過程状況の数量的把握（process metrics）を要求している。また、たとえば「或る研究分野での主導的な立場の維持」が目的であるならば、その状態自体（アウトカム）とその状態を維持するプロセスに関しベンチマーク等の適切な評価法の適用を奨励している。GPRA での長い論争を経て、PART においても基礎的研究の公共性は十分認知されている。

以上のように PART では、実績概念として「成果」の他に「過程」も含め、制度、体制、マネジメント等から成る過程に対しても上記のアウトカム概念とアウトプット概念を準用する。その際、過程に対してはプロキシ・アウトカム（proxy outcome）等の用語を充てている。

ⅱ）GAO における規定

GAO では、評価に関し GPRA の規定との整合性を図るため、議会の要請に応じ簡単な説明書（Performance Measurement and Evaluation: Definitions and Relationships, April 1998）を公表し、現在もその規定を引き継いでいる。それによれば、プログラムの「実績の把握」（performance measurement）と「プログラム評価」の違いについて触れた後、4種類のプログラム評価のあり方を説明している。実績の把握に関連し次のように述べている。

> Performance measures may address the type or level of program **activities conducted (process)**, the **direct products and services delivered** by a program **(outputs)**, and/or the **results of those products and services (outcome).**

実績の区分は、プロセス、アウトプット、アウトカムである。プロセスはプログラムの活力（PART ではプロキシアウトプットに分類）、アウトプットは直接的な生産物やサービス（PART ではこれもプログラムの活力であると考えアウトプットに分類）、アウトカムは生産物やサービスの成果（PART ではプログラムにおいて意図した成果のみをアウトカムとする）と定義している。

このような GAO の用語法は PART とほぼ同じ側面もあるが、大きく異なる点は、アウトプットの位置付けである。GAO の規定では、プログラムのアクティビティをプロセスに係る概念のみとし、プログラムによってもたらされた直接的な製品やサービスをアウトプットと位置付けている。PART ではいずれもほぼアウトプットに含まれる。そしてアウトカムは、このアウトプットの結果としてもたらされるものとなっている。しかし、この間の規定は論理的に多少曖昧である。第 1 は、アウトプットが「直接的」（direct）である生産物やサービスに限定されているので、直接的でない生産物やサービスはアウトカムに区分されることになるのであろうか。そもそも直接的とはどの範囲までを意味するのか。また、成果が連鎖的に生み出される場合には、「直接的」であるかどうかの違いを区分することに意味があるであろうか。また第 2 に、先の規定の and/or についてである。and の場合であるならば、アウトプットとアウトカムは排反事象と位置付けられていることになるが、or であるとするとアウトプットとアウトカムのいずれかは区分概念として成立しないことになり、意味論上アウトカムが把握されない場合を想定していることになる。そして、どのような場合に and を適用しどのような時に or を用いればよいのであろうか。

一方、プログラム評価とは、プログラムのあらゆる活力、その下で展開されるプロジェクト、果たす機能、そして特定の適用対象や目的を持った政策等との関係において実績を比較することであるとしている。そして、4種類のプログラム評価のあり方として、プロセス評価、アウトカム評価、インパクト評価、コスト便益とコスト効果分析をあげている。

ここで、「アウトカム評価」とは、プログラムがアウトカム指向の目的をどれだけ実現したかを測ることであるとし、プログラムの実績としては、非意図的な成果を含め、アウトプット、アウトカム、そしてアウトカムを生み出すプロセスの全てを含んでいる。また、「インパクト評価」とは、アウトカム評価に準じる方式により、プログラムの「純効果」（net effect）を評価することであるとしている。純効果はプログラムが仮想的に存在しなかった時との差であるとされているので、これはアディショナリティ概念による評価に相当する。「プロセス評価」は、プログラムが意図したように運営されているかについて評価することであり、典型的にはプログラムの設定された意図に照らしてその活力を測ることに相当する。残りの「コスト便益とコスト効果分析」については、命名通りの内容であり、効果や便益としてはアウトプットとアウトカムを含めて考えている。

以上のように、たとえばアウトカム概念について考えた場合、実績を区分するときの用語法と実績を評価するときの用語法にはズレがある。「アウトカム評価」の定義からすると、アウトカム指向のアウトプットやプロセスはアウトカムの実績の一部に繰り入れられ、アウトカムの一部として評価される。このような論理的な不整合があるとは言え、行政活動の明示性（accountability）を高めることを新たな使命とする GAO の立場から考えるならば、GAO の評価モデルは、以下のようなものであると理解できる。プログラムが行政活動として成果（アウトカム）を生み出したか、純成果（インパクト＝「アディショナリティ」）やコスト・パフォーマンス（コスト効果分析やコスト便益分析）はどうか、またそのような成果や効果を生み出す方向に向かっているか（プロセス）について明らかにしようとしている。このような構造の中で、改めてアウトカム概念を問い直すと、PART の intended results の妥当性が一層良く理解できる。

iii) ATP における規定

ATP は 1990 年 NIST に付設された外部プログラムである。既に記したように ATP のミッションは、米国においては例外的なものであり、民間企業に直接投資を行う。したがって、ATP のプログラム評価は、民間企業への研究開発投資が社会一般にどのような成果をもたらしたかについて精査しその公的な実績を把握することが中心となる。ATP ではこれをプログラムの「インパクト」とよぶ。ATP は米国においては例外的であるが、我が国ではむしろこの種のプログラムが多い。ATP はそれらの先行的事例と受け取ることができる。

ATP における実績の区分方式には 2 種類あり、通常の実績内容の区分の他に現象論的に時間軸に沿った区分概念も用いられている。詳しくは以下のようになっている。

○ 実績内容の区分:
- **Outputs** are project **research results**.
- **Outcomes** are **products, processes, and services** resulting from the innovation.
- **Impacts** are the longer-term **effects on industries, society, and the economy.**

○ 時間軸に沿う区分:
- **Short-term inputs and outputs** include the **company's ability** to meet their project goals (both technical and commercial); whether the award recipient was engaged in a **research collaboration** as a result of winning an award; the number of **new full-time employees** (FTEs) which were created as a result of the award; whether the **company's accounts** are sufficient to continue the work after the award ends; and, the **amount of ATP staff time** was devoted to project oversight.
- **Mid-term outputs** include the **new/improved products/processes** as a result of the project; **new research alliances** formed; the **number of patents** that resulted from the project; and the **number of publications and awards** received.
- **Long-term outcomes and impacts** include the "**spillover**" of their technology into other applications and the ultimate **societal impacts**. These are the **benefits to the users** of technology and **consumers**.

これらの定義は、ATP のミッションを踏まえ、概ねいわゆるシーズプッシュ型のイノベーションモデルを枠組みとしている。「アウトプット」は研究成果であり、「アウトカム」はその結果としてもたらされた成果物・新たなプロセス・サービスである。そして「インパクト」は産業・社会・経済への長期的な効果である。また、時間軸に沿う区分では、時間経過と共に生起する典型的な事例を代表例としてあげることによってイメージアップを図っている。「短期」はインプットとアウトプットに関係していて、プロジェクトが目指すゴールに係る企業の能力、たとえば研究の共同体制・新規雇用者・プロジェクト終了後の企業の経済的継続能力・ATP 関係者の専従時間である。「中期」はアウトプットに関係していて、新たな成果物やプロセスあるいは新たに改善されたそれら・新たに形成された研究契約・生み出された特許/出版物/受託。「長期」はアウトカムとインパクトに関係していて、他の応用領域への技術のスピルオーバと最終的な社会的インパクトである。これらは一般に技術の利用者や消費者に便益をもたらすと考えられる。

ATP では上記の内容を把握するために、内部に設置されたプロジェクト運営委員会と経済性評価室が以下のような手順で情報収集と分析を行っている。実施期間中、四半期毎・年度毎に実施者に対するモニタリングを行い、終了後毎年 6 年間にわたる事業報告さらには終了後 5 年目と 10 年目に課せられる進行状況報告書等。このように詳細な情報収集と分析に関する実態と内容については、第 3 章で改めて紹介する。

b. 英国の事例

英国の行政経営 public management 方式の特徴は、行政組織における標準的マネジメント手法の設定とその循環的改善にある。

英国の場合、政策形成の枠組みは財務省による長期投資計画から始まる。評価の観点から最も重要な文書は財務省のいわゆる「グリーンブック」(THE GREEN BOOK: Appraisal and Evaluation in Central Government)であり、その中で財務省は社会の便益を最大化する公的投資の実現をめざし、全省庁に対し評価のあるべき姿について説明している。米国の GAO に相当する組織は英国では国家会計検査院 NAO(National Audit Office)であり、また全省庁の調達業務の改善促進を媒介する機関として財務省により設立された政府商務庁 OGC(Office of Government Commerce)も同様に、全省庁の行政経営方法に係る手引き書(Setting Key Targets for Executive Agencies: A Guide や OGC successful Delivery Toolkit 等)をまとめている。これらの文書は「グリーンブック」を補強し、行政経営手法のあり方について説明を深めることを目的としている。したがって、これらの文書には実績の区分概念に関する新たな規定はなく、「グリーンブック」の規定を前提として準用している。

一方、省庁よっては適用する対象に合わせ、グリーンブックの大枠を踏まえた上でアウトカムの独自の用例を定めている場合もある。これらの中から研究開発政策に関係の深い事例(DTI: Guidance on Preparing Evaluation Plans、と OSI: PSA target metrics for UK research base)を付加的に紹介する。

ⅰ）財務省の“The Green Book”における規定

グリーンブックは、その副題にも示されているように、中央政府における事前評価から事後（追跡）評価までのあるべき姿について説明した公共経営のガイドブックである。その論理構造の骨格は、英国の政策研究 policy studies による‘発見’でもある ROAMEF サイクルに則っている。ROAMEF は Rationale（政策として措置する理由）、Objectives（実現すべき内容）、Appraisal（代替案を含む事前評価）、Monitoring（目標に導くための途上評価）、Evaluation（実施結果の把握とそれを踏まえ教訓を導き出すための事後評価）、Feedback（結果の公表、情報集積、アセスメントへのフィードバック）の頭文字を並べたものであり、これらの各ポイントは循環的ないし螺旋的に政策を改善していく際の重要なポイントである。

アウトカムは Objectives に関係した概念として位置付けられている。Objectives は政策によって実現すべき内容に係る一般的ないし包括的概念で、その内部に Outcomes、Outputs、Targets という階層化された概念構造を有している。

・Outcomes: the eventual benefits to society
・Outputs: the results of activities

目的 objectives が願望を込めた内容であるのに対して、アウトカム outcome は政策として達成すべき意図的 intended な内容である。具体的には、その内容は公的資金を用いることから、「社会に対する終局的な便益」であり、この点に関しては米国の諸規定とも一致している。そして、このように規定するアウトカムが直接的には測定 measure できない場合、アウトカムへの途上にある中間段階の成果をアウトプットとして適宜把握する。したがって、アウトプット output は政策達成に取り組む担当組織の「活力の成果」であると規定されている。この点に関しては、米国の PART とは多少異なり、PART が過程 process の活力に配慮してプログラムの「活力のレベル」と規定しているのに対して、グリーンブックでは組織の活力自体への配慮が乏しいニュアンスとなっている。

政策が対象とする領域は実際にはある程度の広がりがあり、目的やアウトカムとして設定される内容について焦点を絞り具体的に細かく特定する必要がある。通常、この種の階層性は目的－目標の階層構造で表現される。グリーンブックでは目標 target について次のように規定している。目標は、アウトプットの生成、アウトカムの提供、目的への到達を支援できるような具体性（時空的関係性や測定可能性等）をもって特定すべきことが述べられている。

ⅱ）NAO の Guide や OGC の Toolkit

既に述べたように、これらの文書にはアウトカムの語を規定する箇所はなく、グリーンブックの規定を準用している。Guide は実は NAO 単独の文書ではなく、内閣と財務省との共著の形式をとり、財務省主導の下で作成された。目標は Objectives－Outcomes－Outputs－Targets の階層性を踏まえると同時に、個別政策の目標に留まることなく、各組織の活動領域を定める「公的サービス協定」public service agreement やその枠組みの中での「公務必達目標」public commitment 等との関係を明確にする必要がある。Guide はこのような担当組織ごとに規定される枠組みとの整合性を図る観点から、目標系の整理が行われている。

また、Toolkit は「提供」delivery とは逆の行為である「調達」procurement に焦点をあて政府商務 government commerce 全般についてのマネジメントのあり方を体系的にまとめたものである。ここではアウトカムの語を先の規定を踏まえながらもより一般的な概念として捉え、intended、desired、necessary 等の修飾語を前置して使用している。

ⅲ）貿易産業省 DTI の Guidance on Preparing Evaluation Plans

産業を対象とした政策の場合、自律的な産業活動に基づく効果の発生が予測されるため、公的資金に起因する純効果を把握する必要がある。このような場合、純実績としてのアディショナリティ additionality を測定することになる。したがって、DTI では「活力アディショナリティ」activity additionality、「中間アウトカム・アディショナリティ」outcome additionality、「最終アウトカム・アディショナリティ」outcomes additionality 等の概念を用いる。

活力アディショナリティは活力の純増分に相当し、PART モデルのアウトプットに当たる。中間アウトカム・アディショナリテ

ィはミクロレベルで把握される個別のアウトカムに相当し、最終アウトカム・アディショナリティは産業ないしマクロレベルで把握されるアウトカムに相当する。これは、グリーンブックのアウトプット概念を「活力のレベル」と「活力の結果」に分割したことに相当する。

iv) 科学イノベーション庁 OSI の PSA target metrics for UK research base

OSI は 2006 年 3 月まで科学技術庁 OST と呼ばれていた。OSI は行政組織上 DTI に包摂されているが、DTI の他の部門から‘フェンスで囲われた’特殊な位置付けとなっている。その意味は、たて系列については DTI から独立で OSI の長官が直接科学技術担当国務大臣や総理大臣に報告できるが、横系列としては DTI の他部門からの横串で貫かれている。OSI は科学イノベーション行政を統括し、リサーチカウンシル Research Councils を配下に置いている。

標記の報告書は OSI のパフォーマンスを国際比較の観点から計量分析したものであり、Evidence 社に委託し年次的に更新されている。主としてトムソン社 Thomson の ISI 情報を科学計量学の手法を用い数量的に分析し指標化してある。指標は7種類のカテゴリから成るがその中にアウトカム指標がある。報告書にはその定義は記載されていないが、被引用度を主体にし、研究成果の質的側面を指標化しようとしている。その具体的事例は第 4 章で紹介する。

c. ドイツの事例

アメリカやイギリスで見られるような実績区分の概念規定は、ドイツでは少なくとも一般的には使用されていない。行政機関が共有する実績の区分概念はない。実績の把握が詳細に行われていないという実態は、政策評価の体制整備がまだ十分ではないことを意味している。また、今回調査した研究資金配分機関（DFG と PT）や研究開発機関（MPG と HGF）さらには政策研究機関（FhG－ISI）においてもアウトカム概念は使用されていない。しかし勿論評価が行われていないわけではなく、複雑な研究開発メカニズムや多様な科学技術を「対象概念の枠組み」で区分することに躊躇しているのが実態である。多くの場合短期－中期－長期等の現象論的区分概念を用いている。

ここでは最近ドイツの科学界に大きな衝撃を与えた、科学評議会 WR（Wissenschaftsrat）の勧告（WR: Recommendations for rankings in the system of higher education and research）に盛り込まれた科学技術の評価基準を手がかりにして、そこで重視しようとしている内容について以下に概観する。なお、WR は連邦政府と州政府から等価な資金提供を受けている公的諮問機関であり、大統領指名と学会・産業界・労働界から選出された科学委員および連邦政府と州政府が同数の投票権を有する運営委員からなる。また、WR の勧告には法的拘束力はない。

i) 科学評議会 WR からの勧告に示された評価基準

ここで取り上げた勧告は大学や研究機関のパフォーマンスのランキングに関するものであり、まず研究面のランキング測定についてのクライテリアについて提案している。それらを以下に列挙する。

研究の質、インパクトの大きさ、効率、若手研究者の登用への取り組み、若手研究者の成功した登用例、研究の学際的広がり、実務への応用、継続教育への取り組み、研究を基盤としたコンサルティングと学術の公衆理解への寄与。また、これら9領域に関しそれぞれ複数の評価指標を例示している。その詳細については第 4 章にまとめるが、科学界の否定的反応は、研究そのものに関係した最初の 3 領域の評価指標のあり方と、経済社会的な広がりをもつその他 6 領域のウェイトの大きさについてである。これらはいずれも米英において政府主導で展開されたアウトカム概念にほぼ属するものであり、アカデミックフリーダム信奉が支配する科学界との摩擦であるとも受け止めることができる。

d. フランスの事例

フランスもドイツと同様にアウトカム概念を用いていない。しかし、2001 年に制定された「諸予算法に関する組織法律」（LOLF: Loi organique relative aux lois de finances）に基づき予算の執行体制が、したがって評価システムも、大きく変わってきている。LOLF は 2002－2004 年の準備期間、2005 年の試行期間を経て、2006 年から本格的に実施に移されることになっている。LOLF は米国の GPRA に刺激されて生み出されたものであるが、GPRA のコピーではなく、独自の論理構造をもっている。まず、LOLF の関連部分を確認したうえで、評価システムのあり方について説明する。

フランスでは、従来議会で政策（予算）を決定し、その管理は政府の責任とされるが、管理上の変更はデクレなどの法的手続きつまり議会プロセスを必要とするため、行政管理上の改善が著しく制約されていた。そしてさらに決算については厳しく問われる体制になっていなかった。いわば予算を配分した後は放任していた。

LOLF では、GPRA に倣って実績と結果を問う制度を導入した。しかしその仕組みは GPRA とは根本的に異なる。GPRA の基本構造は循環的に改善する学習型システムでありこの構造は PART に受け継がれより精緻なものへと進化しているのに対して、LOLF は基本的に初期最適型システムの基本構造を温存し初期設定の仕組みの精緻化、運営の柔軟化、実績把握の精緻化で対処しようとしている。しかし実態的には政府の所掌範囲内での循環的改善サイクルを作動させる可能性が残されてはいる。以下に多少具体的に述べてみよう。

- 予算費目の内部構造を「使用費目別」（人件費、物件費、設備費等）から「活動（アクション）別」（活動の階層構造）に変え、評価単位であるアクションの評価結果と予算費目の内部構造との整合性を図った。
- 予算の枠組みを「ミッション」－「プログラム」－「アクション」と階層構造化を図った。全省庁で 32 ミッション、132 プログラム、580 アクションが設定された。研究開発予算枠は 1 ミッションを成し、12 プログラムと 1 テーマから構成されている。
- 「アクション」は「戦略」に基づいて展開される。その際、「戦略目標」－「実施目標」＝{「戦略の意味を拡大した目標」＋「中間目標」＋「補完目標」}の 2 階層にブレークダウンされ各目標に指標が設定される。たとえば「高等教育と大学研究」は 1 プログラムを成し、5 アクションから構成される。アクションの一つに「国際的レベルの高い科学知識を生産する」があり、その評価指標として「高等教育機関のフランス、EU、世界の論文のシェア」、「論文数/被引用数（2 年後）」、「被引用数（出版 2 年後）」が設定された。プログラムの実現に際し、最も重要な要素とみられる少数の活動（6 程度以下）を取り上げ、その活動を戦略的に展開する際の目標を戦略目標とする。もし活動の一部が戦略目標でカバーできない場合には下位の「実施目標」で補完する。
- 米国や英国での「アウトプット」や「アウトカム」は成果を分類しているのに対し、LOLF では上記のように「目標」を分類する。したがって必然的にアウトカム概念はあからさまな形では登場しない。しかし内容的には「目標」は「期待される成果」であり、また「本質的に重要な内容」を掲げることになり、それは実質的に米英の「アウトカム」でもある。
- 戦略目標としては、以下の 3 局面に配慮すべきことが要請されている。「社会経済的有効性」、「サービスの質」、「管理の効率化」であり、社会経済的有効性は行政が行った「コト」ではなくその「インパクト」であり、サービスの質は全ての関係者に対するサービスのあり方に目を向けるべきこと、また管理の効率化は予算を削減し活動量の増加を図るべきこと。ここでまた、社会経済的有効性は公共政策一般のアウトカム目標そのものでもある。
- これらの改革に伴い、予算年度もプログラムレベルで数年間単位となった。

以上のように、LOLF の枠組みは初期最適化型であるが、初期に設定する内容はいわば「骨太の方針」であり、上記の範囲では実施段階に十分な自由度が残されている。しかし、国レベルではそうであっても、現在詰められている機関レベル以下で同様のフラクタルな構造が保持されるとすれば、結局英国で進化させてきた目標設定 setting target のスキルに依存することとなり、英国で実施している担当者のマネジメントスキルの向上と、政策および政策運営の循環的な修正メカニズムが組み込まれていないだけ LOLF の方が硬い方式であることになる。そしてまた、達成すべき内容や領域まで実施者の行為がおよばない無責任型に陥る危険性を孕んでいる。

e. 我が国の事例

省庁再編にあわせ 2001 年度から我が国にも政策評価制度が導入された。アウトカムの概念はその際に規定されその後の見直しにおいても基本的には変更されていない。また、研究開発評価に関しては、先行的に 1997 年に指針が示されその後 2 回の見直しが行われた。アウトカムの概念は 2005 年の 2 回目の見直しの際に導入された。

我が国の評価制度は、公共経営全般を見直す過程で導入されたものではなく、むしろ公共経営改革の尖兵として‘官僚組織’に送り込まれたものである。もちろん当初から「成果重視の行政への転換」であるとか、「マネジメントサイクル」に評価制度を「制度化されたシステムとして組み込」むといった位置付けはなされていたが、それに相応しい新たな公共経営体制が用意されていたわけではない。しかしながらこのような制約の中で、評価行為を基点として、行政を‘経営組織’として機

能させるためのニューロンとシナップスが徐々にネットワークを成長させてきたことも事実である。「アウトカム」は既に述べたようにモデル依存の概念である。したがって、どのような行政モデルを想定してその内容を規定するかが重要であり、米英では行政経営モデルの進化とアウトカムの概念規定の進化とが相互に刺激し合いながら一体的に進化してきた。このような観点から、我が国の概念規定の現状について事実関係を整理しておく。

ⅰ）政策評価に関する標準的ガイドライン

「政策評価に関する標準的ガイドライン」は、「政策評価法」の制定を受けて、各府省が政策評価に関する実施要領を策定する際の指針として各府省連絡会議で 2001 年 1 月に了承されたものである。アウトカム概念については、政策評価を導入する目的の一つである「国民的視点に立った成果重視の行政への転換を図ること」という項目の「補足説明」の中で次のように規定されている。

「・・・政策の実施によりどれだけのサービス等を提供したか（アウトプット）の上に、サービス等を提供した結果として国民に対して実際どのような成果がもたらされたか（アウトカム）ということを重視した・・・」

この規定は、実は出力（アウトプット）と結果（アウトカム）という「物理モデル」を背景とした規定であり、米国で 1992 年に制定された GPRA に模したものである。GPRA は実績と結果を重視した行政のあり方について議会が行政に投げかけた法律であり、その意義は大きい。しかし、現在米国では PART に取って代わられ、法律であるから消滅したわけではないが、ほとんどその実効性を発揮していない。その理由は「物理モデル」の項で既に述べたように、GPRA のアウトカム規定では、行政が政策の実効性担保に係る責任を回避できる構造になっているからである。PART のアウトカム規定ではその逃げ道を塞いである。実際上記「ガイドライン」においても、実績評価の実施に関する項で次のように説明している。

「成果」（アウトカム）「に着目した目標は、その達成が一般的に行政機関が必ずしも統制できない外部要因の影響を受けることを排除できず、達成の度合いを全面的に行政機関に帰するとすることは困難である。・・・」

上記ガイドラインが見直され連絡会議で了承された「政策評価の実施に関するガイドライン」（2005 年 12 月）では、上記文章の最後の部分が「・・・帰するとすることは適切でない場合もある。・・・」と修正されているが、この「適切性」の判断基準は示されていない。

ⅱ）国の研究開発評価に関する大綱的指針

「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（2005 年 3 月）の中では、「評価時期の設定」という項で付随的にアウトカムの概念が規定されている。

「・・・研究開発の直接の成果（アウトプット）から生み出された社会・経済等への効果（アウトカム）や波及効果（インパクト）を確認することも有益である。・・・」

この規定の背景には「経済モデル」がある。実はこの指針の原案段階では「・・・社会・経済への・・・」と「等」の文字がなかった。原案によれば「アウトプット＝科学技術的成果」、「アウトカム＝社会・経済的成果」という規定になり（この種の規定は経済学者の間で多く普及している）、アウトカム重視で政策を評価する際に基礎科学の研究は評価されないことになってしまう。そこで「等」が付加され、科学技術を意味するように意図されたが、果たしてどれ程の効果があるであろうか。むしろ、対象概念で規定した点に原理的な誤りがある。

(3) 評価研究者の概念規定

以下に、海外の評価研究者が用いる概念規定について、インタビュー調査の結果等をもとにまとめた(表 1.2.-1)。この結果を一言で言えば研究者の間でも見解が分かれていることを示している。また、このことは再びアウトカム概念がモデル依存の概念であることを物語っていて、特定のモデルを背景として規定したアウトカム概念を、単純に一般化してしまうことを研究者として躊躇している様子が垣間見える。

表 1.2.-1 評価研究者の概念規定

◆ **短期－中期－長期／直接－間接**
Stefan Kuhlmann (**独**FhG-ISI)
Susan Cozzens (**米**GIT)
Luke Georghiou (**英**PREST)

◆ **直接的な結果 (アウトプット) －その効果 (アウトカム)**
Jonathan Adams (**英**Evidence)

◆ **研究成果 (アウトプット) －イノベーションの成果 (アウトカム) －長期的な社会経済的効果 (インパクト)**
Stephanie Shipp (**米**ATP)

◆ **形式的側面 (活動のレベル＝アウトプット) －内容的側面 (中間的アウトカム, 意図した結果＝アウトカム) －意図した結果以外の効果 (その他の社会経済的効果＝インパクト)**
Terttu Luukkonen (**フィンランド**ETLA)
Ken Guy (**英**WG)
Erik Arnold (**英**Technopolis)

また、行政実務担当者が新たな公共経営モデルを背景として定めた規定は、前項で見たようにそれなりの工夫の跡があり、それらに比べると、研究者が使用する規定は公共経営の実態をそれほど意識したものになってはいない。

■ 1．3．概念規定の提示

アウトカムを中心にした概念整理を行うに際し、まず概念の整理方針についてまとめ、その後で事例的考察から導出される示唆的な論点を踏まえたうえで、本稿としての概念規定を提示したい。

(1) 概念整理の方針

今回の概念整理は、公的資金による施策展開の把握を目的とし、特に施策一般からみればやや特殊な領域である研究開発施策も視野に入れて実施すべきものである。この観点を踏まえ、望ましい概念整理の方針を以下に列挙する。

① 公共経営の枠組みの中で効果的な実務性を発揮できること
② 評価論における整合性が保持されること
③ 論理的に明確で多義的にならないこと
④ 政策や研究開発の多様なモデルに適用できる一般性を有すること

(2) 事例的考察から抽出される示唆的な論点

主要国の行政機関における多様な取り組みとその改善過程とを参考にして、我が国の現状に対し示唆的な論点を抽出する。

① 「人間活動システム」が深く関わる政策課題に対しては、学習型の循環的改善メカニズムを組み込む必要がある。その際改善すべき対象は施策自体であるが、施策の論理整合性を手がかりとするアプローチと、施策形成や施策運営に係る行政組織の取り組みの方途を手がかりとするアプローチとがある。

② 施策展開に伴う行政の責任範囲を明確にすべきである。特に、公共政策の受益者は第一義的には社会一般であり、施策が意図した社会一般の最終受益者までの施策展開の責任を担保すべき。また、施策対象を中間プレイヤーにとった場合、中間プレイヤーから社会一般への便益の提供状況について把握すべき。

③ 施策展開には通常、プレイヤーないしカスタマーが多段階的に関与し、中間的な成果を受け渡していくという実態を考慮すべき。その際、成果には形式的側面と内容的側面があり、形式的側面の把握は比較的容易で数量化や指標化に対応できるが、内容的側面の把握には工夫を要する場合が多く、定性的ないし評点化による数量化あるいは内容に係る特定の数量化可能な局面の把握を図るべき。

④ 施策のアウトカムは、事前にアウトカムを特定しその把握に努める体制を整備すべきであるが、その時期を失して施策展開後にアウトカムの把握を図らざるを得ない場合もあることを考慮すべき。

⑤ アウトカムはモデル依存の概念であることから、その規定は多様な行政モデル、政策モデル、研究開発モデルに適用可能なものであるべき。

(3) 望ましい概念規定

概念規定を 2 段階に分けて行う。第一段階は、施策の単位過程を想定し、基本定義を定める。単位過程とは、施策展開が施策実施者から施策対象者に1段階でなされ、施策の意図した成果が直接施策対象者のもとに提供されるという施策展開の仮想的なプロセスのことである。また、第二段階ではこの基本定義を実態的な多段階過程に適用する際に必要となる拡張定義を規定する。

a. 基本定義

アウトカム：	**施策の「意図した結果」(事前)**
	施策「目的に照らした」「本質的内容」(事後) **成果の内容的側面や本質的側面に注目して把握される** **研究開発施策の場合たとえば「論文の質的内容」** **施策目的が疾病予防の場合「予防効果の向上率」等**
アウトプット：	**「意図した結果」をもたらす「活動のレベル」(事前)**
	施策「目的に照らした」「形式的成果」(事後) **成果の形式的側面や現象的側面に注目して把握される** **研究開発施策の場合たとえば「論文数」** **施策目的が疾病予防の場合「疾病者数のトレンド」等**
インパクト：	**「意図した結果」以外の「波及効果」**
	「意図した結果」を「直接的成果」とすると「間接的成果」に相当する **研究開発施策の場合たとえば「当該論文の読者等による当該論文の内容に基づく関連成果」** **施策目的が疾病予防の場合「予防効果の向上が惹起するその他の社会経済的効果」**

施策は、施策を措置する何らかの理由に基づき実現すべき内容が構想される。これを施策の「目的」であるとすると、通常「目的」(objectives)は施策企画者の様々な願望を含んでいる。しかし実施に移される施策は施策として実現すべき内容を厳選し、確実に実現を目指す内容に絞られるべきである。これを「アウトカム」とよび、施策実施者が社会に対しその実現を約束するいわば契約内容を表す。したがってこれは施策として「意図した結果」(intended objectives)に相当する。また、「目的」はその内容を具体的に示す「目標」にブレークダウンされるが、その際にアウトカムの内容を代表する目標を選び、その目標の実現に向かって施策を展開する。その途上で、目標に向かう「活動のレベル」つまりアウトプットをアウトカムの導き手として把握する。この間の関係を図 1.3.-1 に示す。

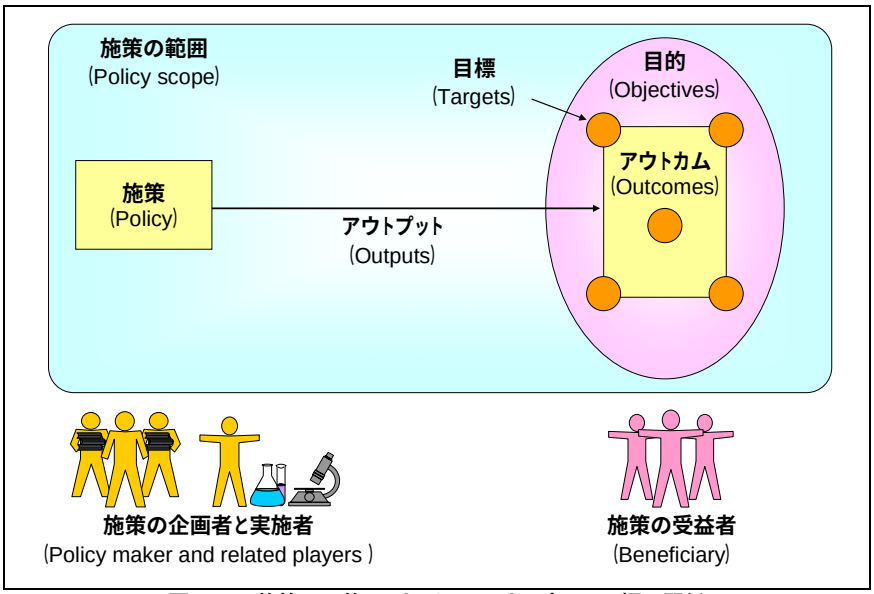


図 1.3.-1 施策の目的、アウトカム、アウトプット、目標の関係

b. 拡張定義

施策展開の担い手が多段階的に寄与する場合、単位過程を連ねた多段階過程を想定し、基本定義を拡張して、中間段階に位置する受益者（次段階への実施者）に対する「意図した結果」を「中間アウトカム」と考える。そして、最終段階に位置する最終受益者に対する「意図した結果」を「最終アウトカム」つまり全過程に対する「アウトカム」と考える。この間の様子を図 1.3.-2 に示す。

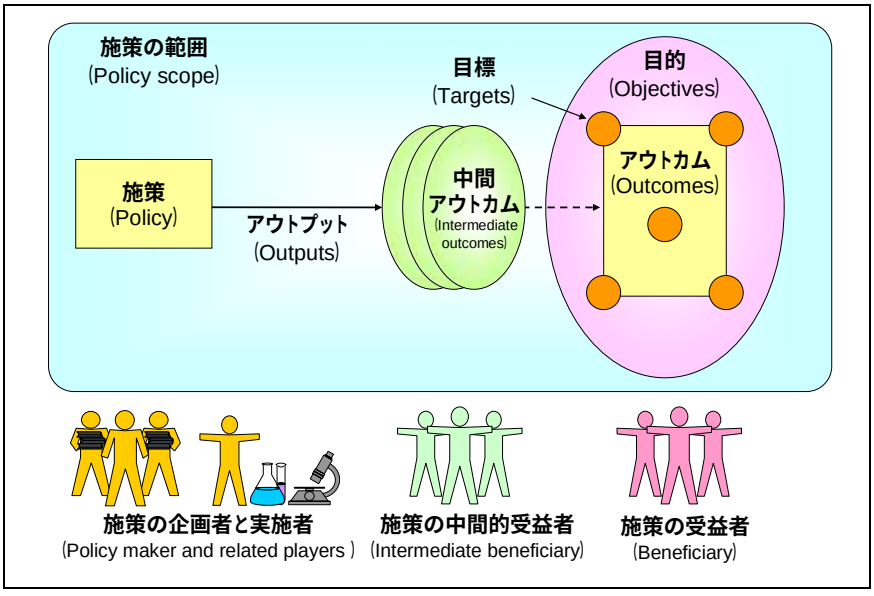


図 1.3.-2 多段階過程のアウトカム

c. 補助定義

施策は施策担当者だけではなく施策の実施に係る関連実施者の協力の下で実施される。たとえば研究開発施策の場合施策を企画する行政官の他に当該研究開発を担う研究者が実施者に連なることになる。このような「拡大的実施者」による施策展開の営為を「直接的」と表現し、「直接的」成果を生み出す過程が「施策実施者」ないし「拡大的」施策実施者が実施責任を負うべき所掌領域である。したがってこの領域内で「施策が意図した最終受益者」にもたらされる「直接的」成果が「アウトカム」である。そして、この範囲を超えた領域で行われる営為が「間接的」過程に相当し、生み出された成果が「インパクト」に相当する。この間の様子を図 1.3.-3 に示す。

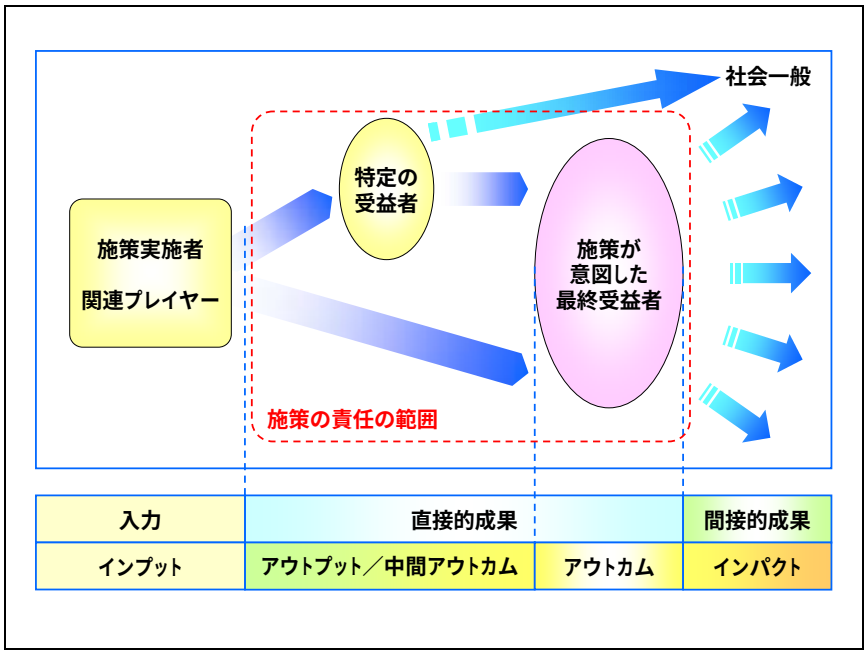


図 1.3.-3 施策所掌範囲とインパクト

以下にこれらの規定を明確にするための補助定義をまとめる。

補助定義 1
直接的：実施者ないし実施者に連なる「拡大的実施者」による営為
（実施者の連鎖をたどりデータ収集が可能）
間接的：「拡大的実施者」の範囲を超えた領域で行われる営為
（確率的推計、相関分析、モデル・シミュレーション等の推計により把握）
（注1）
「拡大的」：成果の連鎖が特定できる者の範囲内。多くの場合実施者が属する組織やネットワーク等の内部領域。

補助定義2
「目的に照らした」：第一義的には「意図的」intended と同義に考える。
（注2）
非「意図的」unintended 成果を直ちに排除することなく、
①同類の目的に属する成果、
②上位目的の範囲内にある成果、
③目的内の行動に伴い発生した成果、のいずれかであれば成果に加える。
（注3）
インパクトに関しても、注2の①－③を適用する。

補助定義3
現象論的区分概念との関係：独立であると考える。（従って、「短期的アウトプット」、「短期的アウトカム」、「長期的アウトカム」、「長期的インパクト」等として用いる。実際には成果の把握は特定の時系列に従って行われるが、各時点で類型の異なる成果が把握される。）

補助定義4
過程 process に対する適用：この区分概念は「過程」に対しても擬似的 proxy に適用する。
（注4）
過程には、制度 system、体制 actor、運用 management の側面がある。

（注5）
過程の改革を目的にしたプロジェクト等もある。
（注6）
長期的取り組みには proxy outcome が重要。
（注7）
基礎研究に対しては、アウトカムを期待するが、長期的効率は問わない。

補助定義5
多段階過程に対する適用：想定されている多段階過程の場合、各段階ごとに成果の区分概念を適用するが、最終段階の成果が特に重要。

補助定義6
「広義の」インパクト：成果の全てを包含する概念としてインパクトを用いる場合がある。
（注8）
本来なら実績 performance ないし成果 products であるが、アウトカム等との区分に拘泥しない場合に用いることがある。
成果の事前評価 impact assessment や成果分析 impact analysis 等。これらは、これらの慣用的用法に限って用いる。

1. 調査研究の詳細

1.2. 調査とメトリックス

1.2.1. アウトカム（本質的実績）の把握

東京大学 名誉教授
(財)政策科学研究所 理事
平澤 泠

青山学院大学法学部
教授 菊池 純一

芝浦工業大学大学院工学マネジメント科
教授 鈴木 潤

大学評価・学位授与機構
助教授 林 隆之

(財)政策科学研究所
田原 敬一郎、川島 啓

アウトカムは、施策展開に際し事前に想定する場合と、事後に調査分析し把握する場合とがある。公共経営における施策評価の有るべき姿としては、第 1 章で述べたように事前に施策展開の意図に合わせて、施策の本質的に重要な領域にアウトカム目標を設定し、その達成に向けた取り組みを、途上で把握される活力の水準（アウトプット）を導き手として追求すべきである。米・英・仏における取り組みはいずれもこのタイプであった。しかし、アウトカムに対する認識が十分でないまま施策を実施し事後の評価のためにアウトカムの把握にはしる場合もある。我が国は現時点ではこのタイプである。それは、公共経営の体制を構築する前に評価方式を導入したことに起因している。したがって、以下では事後的にアウトカムを把握するアプローチのみを取り上げ、その方法論について順次みていくことにする。

事後的にアウトカムを把握するということは、しかしながら、通常の計量的方法論であるメトリックスを、設定されている施策の目的に照らして本質的と思われる領域に適用しそこに在る成果を把握しようとすることに他ならない。その方法論の体系を表 2.1.-1 にまとめる。

表にあるように、方法論は調査法・分析法・評価手法からなるが、アウトカムに係る方法論としては主として前段の調査法と分析法の内、特にメトリックスについてである。一般に数量的な分析手法を評価論ではメトリックス metrics・計量的方法論といい、非数量的手法を中心にした手法の場合、メジャメント measurement という。本稿では、文献情報を数量的に扱うビブリオ・メトリックス、特許の書誌情報等を手がかりに分析するパテント・メトリックス、経済性分析の数量的手法であるエコノ・メトリックス、また社会調査法の数量的手法であるソシオ・メトリックスについて紹介する。なお、エコノ・メトリックスについてはマクロとミクロに分けてある。これらの他に、アディショナリティを把握する手法についても補完的な観点から取り上げた。

表 2.1.-1 調査分析評価手法の体系

調査法		分析法	手法区分	評価手法
情報収集	データ収集			
アンケート調査 事例調査 インタビュー（関係者） ヒアリング（専門家） 顧客調査 社会調査		文献分析 ケース分析 社会分析 コンテント分析	定性的評価	ピアレビュー法 エキスパート・レビュー法 パネル法
			半定量的評価	評点法 比率評価法
	アンケート調査 事例調査 既存統計 実在データ 申請・管理データ データマイニング その他のメジャメント	計量文献分析（ビブリオメトリックス） 引用分析，共引用分析，共語分析，謝辞分析 計量技術分析（テクノメトリックス） 特許分析，サイエンスリンケージ分析，技術仕様分析 計量経済分析（エコノメトリックス） 費用指数分析，費用便益分析，生産関数分析， 財務指標分析，消費者余剰分析 計量社会分析（ソシオメトリックス） CVM，汚染指数分析，健康・疾病指数分析， 雇用指数分析 統計分析 相関分析，因子分析判別分析，クラスター分析 構造化分析 マトリックス法，階層化法関連樹木法，行列分析， マッピング システム分析 モデリング，プログラミングシミュレーション，ネットワーク分析	定量的評価	比較評価法 対比較年度比，対計画比， コントロールグループアプローチ （対照群・比較群アプローチ）， 事前事後比較，非実行仮説，ランキング，ベンチマーク， ポートフォリオ 指標法 単一指標法，複合指標法
			総合的評価	システム評価法 シナリオプランニング，ロードマップ， ディシジョンマネジメント評 ロジック評価法 ファクツ評価法，ケース評価法， レトロスコピック評価法 （歴史的遡及） レビュー法 デルファイ法，フォーサイフォーカスグループ

1. 調査研究の詳細

1.2. 調査とメトリックス

1.2.2. ビブリオメトリクス

東京大学 名誉教授
(財)政策科学研究所 理事
平澤 泠

青山学院大学法学部
教授 菊池 純一

芝浦工業大学大学院工学マネジメント科
教授 鈴木 潤

大学評価・学位授与機構
助教授 林 隆之

(財)政策科学研究所
田原 敬一郎、川島 啓

■ 1.ビブリオメトリクスにおける「アウトカム」概念

1.1.ビブリオメトリクスにおけるアウトカムという語の使用

ビブリオメトリクスとは、学術論文などの各種の文献の書誌情報を対象とする定量的分析手法やその研究全般を指す。単純な分析例としては、国や機関などから産出された論文数の推移や論文が引用された回数の計測などが挙げられ、より複雑な分析例としては、著者名、所属機関名、国名、本文論文中の単語、引用、謝辞などのさまざまな論文内の情報をもとに、論文間の関係分析やそれに基づく地図化、論文と社会的要素との関係分析が行われる。実際には論文だけでなく、特許、著書、報告書、新聞などさまざまなものが分析対象となるが、特許については別にパテントメトリクスと呼ばれることもあり、本報告書では別途議論が行われているため、本稿では主に論文を対象とする狭義のビブリオメトリクスを扱う。

さて、このビブリオメトリクスという研究分野において、「アウトカム」という概念はいかに扱われているのであろうか。実はビブリオメトリクスの分野の中では「アウトカム」という語はあまり用いられていない。

表 2.2-1 Scientometrics 誌において各単語をタイトル・要旨に用いている論文の数

単語	論文数
Output	252
Outcome	**28**
Impact	329
Quantity	24
Quantitative	160
Quality	140
Qualitative	50
Productivity	180

たとえば、ビブリオメトリクスの代表的な学術誌である Scientometrics 誌の 1978 年の創刊号から 2006 年の第 67 巻 1 号までを対象に、タイトルか要旨に outcome および関連する語が現れる論文の数を調べると、output(s)は 252 論文、impact(s)は 329 論文に現れるのに対して、outcome(s)はわずか 28 論文にしか現れない。Quality や productivity などの語が 100 論文以上に現れることと比べてもだいぶ少ない。さらに、outcome を含むこの 28 論文のうちの 11 論文は「本研究のアウトカムは～」と、その論文の内容の説明を行う文章における使用であり、論文が議論する対象に outcome が用いられているわけではない。

このようにビブリオメトリクスにおいてはこれまでアウトカムという概念が明示的に議論されてはおらず、あらためてここでその概念を再考する必要がある。

しかし、ビブリオメトリクスにおけるアウトカム概念を考える際に注意が必要であるのは、何のアウトカムをこのビブリオメトリクスという手法を用いて分析しようとしているのかを区別することである。すなわち、

1) 研究活動という行為のアウトカムであるのか、
2) 研究に関連する施策・制度などの様々な社会的行為のアウトカムを、研究活動の特性を示す指標である論文や引用数を用いて測定しようとするのか

である。

実際に、Scientometrics 誌の上述の 28 論文の中で「outcome」が何を指し示しているかを見ると、前記のように 11 論文はその論文自体の研究の成果を指しており、また 6 論文はピアレビューなどの評価結果を outcome と呼び、ビブリオメトリクス分析結果と比較している。論文数や引用数によって「outcome」を分析しているものでは、7 論文が何らかの研究活動の成果（集合のレベルや、学術的な成果/社会経済的な効果といった内容は様々である）を指しており、5 論文が研究政策やファンディング、共同研究実施などの社会的な行為の効果を「outcome」とし、論文データを一つの定量指標として効果を把握しようとしている。

この両者を区別して議論を行わない場合には、無用な混乱を招く。たとえば、前者においては「論文数」は通常は output として整理される。だが、後者においては政策介入の outcome の一つとして「論文数の変化」を挙げることが可能である。ビブリオメトリクスによる論文数分析がアウトプットの分析であるか、アウトカムの分析であるかは、評価や調査分析のフレームワークに依存する。

表 2.2-2 Scientometrics 誌において「outcome」をタイトル・要旨に含む論文における、「outcome」が指し示す内容

「Outcome」が指し示す内容	論文数
当該論文自体の研究の成果	11
研究活動の成果（あるいは期待される成果）	5
国の科学技術共同体全体の研究成果総体	1
研究活動による学術界以外への成果	1
政策の効果	2
ファンディングによる効果	1
共同研究を行うことの効果	1
情報システムの変化によるジャーナルの変化	1
研究資金の申請やピアレビューなどの各種評価の結果（ビブリオメトリクスの結果と対比する）	6

（1 論文内で異なる使われ方をされている場合がある）

1.2.研究活動がもたらすアウトカムの測定

上述のように2つを区別した場合に、前者の、研究活動がもたらす成果に関して、ビブリオメトリクスの分野で「アウトカム」は何を意味するのであろうか。

ビブリオメトリクスの分野においては、「アウトプット」とは研究活動による生産物のことを指す。本来は論文、特許、育成された若手研究者など多様な生産物を考えることができるが、ビブリオメトリクスではその中でも論文が中心的に扱われる。ビブリオメトリクスにおいてアウトプットの分析が行われる際は、論文が有する内容に対する価値判断は行われない。すなわち、論文を集計単位として、その数が計測され、生産性が議論されることになる。

ではアウトカムは何であるか。先述のように、Scientometrics 誌において outcome という語を含む論文の多くでは、「本研究のアウトカムは～」という用い方がされていた。この事実は、アウトカムという語が、研究活動を実施することによって達せられた知的内容を指すのに用いられていることを示している。特に学術論文という形態によって伝達される知的内容は、学術的な価値を有することが前提的に期待される。

一方で、ビブリオメトリクスにおいて論文が引用された回数は「アウトカム」ではなく、「インパクト」という語で表現される。ジャーナルの平均引用数を意味する「インパクト・ファクター」という名称はその典型的な使用例である。引用で表されるインパクトとは、他の研究者がその論文を参照し、その論文の結果を踏まえてさらなる研究を実施したという、他の研究者（あるいはその総体としての学術界）の研究活動の変化を引き起こしたことを指す。

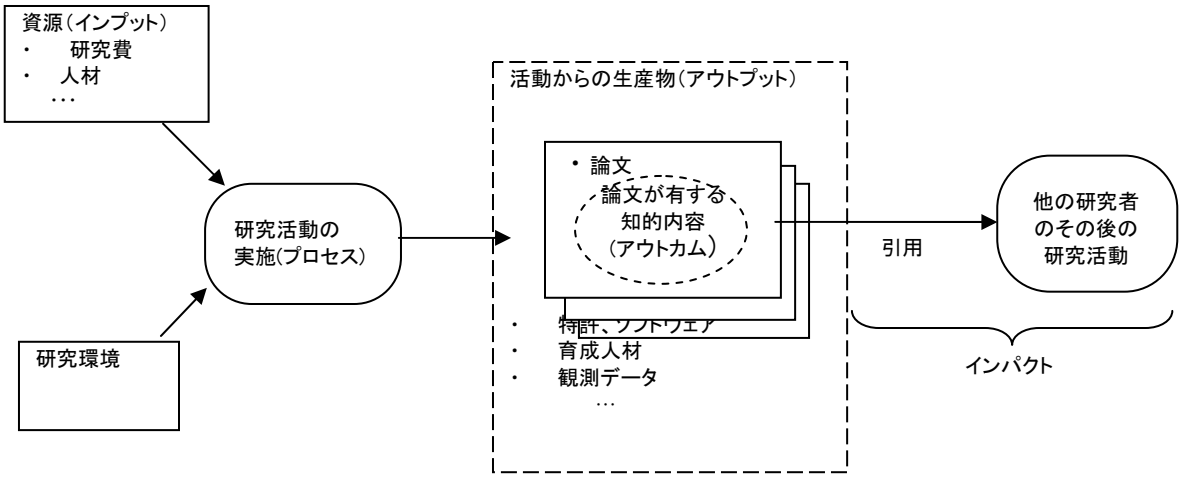


図 2.2-1 ビブリオメトリクスにおけるアウトカムの位置づけ

では、論文によって伝達される研究成果のアウトカムとしての「知的内容」と、インパクトである「引用」との関係はどのように考えられるか。前述のように学術論文が伝達する知的内容は学術的価値を有することが期待されており、その価値の大きさは、当該分野や分野を超えた学術界全体における知識の発展に対してもたらす（もたらした）貢献の大きさを測定基準として判断される。この貢献の大きさの測定は、多くの場合には、当該分野の研究者であるピアが最も適切にそれを判断できる者であるとして、ピアによる主観的な判断（ピアレビュー）によって行われる。

一方で、研究者が論文において引用を行う理由は、既存の知識体系を明らかにし、それに対する自己の研究成果である知的内容の新規の貢献を示すためである。このことは逆に言えば、多く引用された論文は、研究者の多くがその論文を既存の知識体系における主要な要素であると認め、自己のさらなる研究活動を展開するための基盤として有効であったと示していると考えられる。そのため、引用するという行為は、他の研究者がその論文の学術的な価値を認めるという投票行為に近いものであるとされ、さらに、数名の評価者が行うピアレビューとは異なり、世界中のピアによってなされた判断の集積であると考えられる。そのため引用を「間接的ピアレビュー」と述べるものもいる(Gibbons and Georghiou 1987)。

このことから、他の研究者による引用という行為は、その研究成果が学術界へもたらした知的な貢献の大きさを示すもので

あり、すなわち、その研究成果が有する知的内容の価値を反映していると考えられる。そのため、引用というインパクト指標を計測することで、研究活動のアウトカムの知的内容の学術的価値の大きさを間接的に計測していると期待されるのである。

しかし、実はこのような仮定はナイーブなものである。実際に研究者が論文を引用している理由を調査した研究からは、研究成果の質の高さだけでなく、儀礼的な引用や、論文の間違いを指摘する形の否定的引用なども見られる。また、多数の引用がなされた後に、論文の内容が間違いであったことが判明する場合もある。さらには、方法論的論文やレビュー論文が引用されやすいことや、流行の研究内容であれば引用数が高くなることなども指摘されている。

このようなことを踏まえて、ビブリオメトリクスの世界では、「引用」を計測することは、引用された論文の内容が間違った内容であろうと流行の内容であろうと、あくまでも他の研究者共同体のその後の研究活動に与えた影響（インパクト）の大きさを測っているのであると説明される。このことが、ビブリオメトリクスでは引用数を安易にアウトカムとは表現しないことにつながっている。

しかし、急いで付け加えれば、引用数が全く研究成果の学術的価値を反映していないわけではない。実際、ビブリオメトリクスの研究では、ピアレビューによる学術的な価値の判断結果と、引用数との間の整合性を検証した分析は多く存在しており（Irvin 1989、Zhu, Meadows and Mason 1991、Oppenheim 1995, 1997、Rinia et al. 1998, 2001、林 2003）、いずれにおいても、ピアレビューで行うような数段階の判定においてはある程度の整合性を有していることを示している。特に、個別の研究者やグループでなく、機関や国レベルにおける分析であれば、上述のような論文の内容に依存しない引用は大きな影響を及ぼすものでなくなり、機関や国全体の研究活動による知的貢献の大きさを反映していることが期待される。ただし、分野によっては研究成果が学術雑誌の論文に限らない場合やデータベースにおけるジャーナルのカバー率が低いこともあり、引用分析が用いられるのはビブリオメトリクス分析に適合した分野のみである。

また、論文による論文の引用は学術的な価値を示していると考えられるが、論文の有する知的内容の価値は実際にはそれだけに限らない。その他にも経済・社会の改善をもたらす技術発展や専門職の向上など様々なものがある。そのため、ビブリオメトリクスにおいても、論文以外の文書からの引用によってこれらの価値を測定しようとする試みもある（後述）。

1.3.政策のアウトカムのビブリオメトリクスによる測定

上記のような研究活動によってもたらされるアウトカムだけでなく、研究政策や、研究活動に対するファンディング、あるいは共同研究の促進・実施、研究に関わるインフラの開発整備など、施策・制度をはじめとする社会的行為（取り組み）によるアウトカムを、ビブリオメトリクスを用いて測定する場合がある。

このような場合には、施策や制度を実施したことの直接的な結果がアウトプットとなり、施策・制度などで目標として掲げている内容がアウトカムと考えられる。たとえば研究助成の制度であれば、助成した金額や件数自体がその制度のアウトプットであり、特定分野の研究の発展や共同研究関係の強化などの、その研究助成制度が目標として掲げる内容の達成がアウトカムとなる。

そのため、施策や制度が目標の対象として掲げる内容によって、研究開発活動のインプットからプロセス、アウトプット、アウトカム、インパクトの全てのフェーズが測定の対象となる。特にビブリオメトリクスが分析対象とする学術論文は、研究活動を行っているアクターの情報（論文の著者として現れる）や、共同研究関係の情報（論文の共著として現れる）、分野ごとの研究活動の量に関する情報（分野ごとの論文数の変化などに現れる）を含んでおり、論文を対象に分析を行うことで上述のような研究活動の各フェーズにおける特徴の一部を定量的に測定することができるのである。

具体的には、以下のような分析が行われている。特に、施策や制度などの社会的行為がおよぼした効果を計測するには、その実施前後の変化量や実施していない場合との比較などが、論文データを用いて行われることになる。

表 2.2-3 社会的行為のアウトカムの把握におけるビブリオメトリクス指標の利用例

分析対象		ビブリオメトリクスで測定する内容の例
インプット	研究実施者	論文（特に高被引用論文）を生んでいる研究機関や人の変化、女性研究者や若手研究者数の増加など
	資金源	特定分野の論文や引用数の高い論文の資金源を謝辞から把握
	研究資源	研究資源（データベース等）を用いた成果の論文数・割合
プロセス	共同関係	産学連携、国際共同研究など
アウトプット	研究成果の生産性	論文数の変化（総数、シェア）
	行っている研究分野	重点分野・戦略領域の形成・強化（ISI の分野カテゴリや共引用・共語による）、学際領域の形成、研究分野間のバランス
アウトカム・インパクト	研究内容の質その後の研究活動への影響の大きさ	引用数の変化（総数、シェア、引用数ランクごとの論文数、これらの指標から COE として認識される機関の数など）

■2.引用数の分析の方法と事例

2.1.引用分析に用いるデータベース

論文数や引用数の分析には、トムソン・サイエンティフィック社が発行する Science Citation Index (SCI)、およびそれを加工した製品が多く用いられている。その理由は、引用分析を行うことを可能とする、論文の参考文献の情報を含んだ論文データベースが最近までは他にはなかったこと、さらに、SCI は特定の研究分野ではなく、全ての自然科学分野に渡ってジャーナル収録しており、そのような論文データベースを用いることで分野間の比較を行いやすいことなどが挙げられる。

SCI にはいくつかの種類があり、それらによって収録論文数や更新頻度は異なっており、分析結果にも多少の違いがでる。ウェブ上で用いる Web of Science や、STN や Dialog などを経由して用いる Sci-search で提供されているものは SCI expanded であり、およそ 5900 のジャーナルを収録し、毎週更新されている。スタンダード版に相当する CD-ROM 版（2004 年からは DVD 版）は、およそ 3700 のジャーナルを収録しており、毎月発行される。前者は、そのインターフェイスの容易さから研究者が自身の論文の引用数を検索する場合に頻繁に用いられている。評価において研究者側から提出される書類に記述される引用数は Web of Science を用いた場合が多い。後者の CD-ROM 版は、大量のデータをダウンロードすることが可能であるため、ビブリオメトリクスの分析を専門的に実施する研究者が国全体の論文やある分野の世界中の論文、さらには、データベースに収録されている論文全体などを分析対象とする場合に用いられる。

また、社会科学を対象とするものとしては Social Science Citation Index、人文学を対象とするものとしては Arts & Humanities Citation Index がある。欧米ではこれらを用いた分析もされているが、日本では社会科学や人文学においては日本の学会誌への論文投稿のほうが国際誌への英語による論文投稿よりも多く、これらの分野の実態を把握するためのデータソースとしては適切ではない。

SCI を加工したもの（ただしデータソースの広さは SCI とは必ずしも一致しない）として、国ごとの論文数や引用数の集計値を収録した National Science Indicators や、大学や研究機関などのランキングや引用数上位 1%の論文の特定ができる Essential Science Indicators などがあり、簡易な分析においてはこれらの集計値を用いることが可能である。これらは複雑な処理を行わずに誰でも容易に扱えるために、分析者が異なっても結果の再現性が高く、また、たとえば異なる国を対象に行われた複数の分析結果を比較することなども可能となる。しかし、Moed(2005)が「各国の指標レポートでは、ISI の citation index から抽出した生データから独自のデータベースを作成して分析を行っている。ESI は二次的分析として用いられる」と述べているように、既に加工されたデータでは分析対象とする機関の範囲、分野の区分、分析対象期間などをフレキシブルに変更して分析を行うことは難しく、詳細に分析を行うとすると SCI の生データを用いる必要が生じる。

SCI 以外でも、近年は Chemical abstract においても引用情報が収録されており、SCI とは異なり日本語の文献や特許データも多く含まれているため、これらに焦点をおいた分析を行う場合には有効である。また日本語の自然科学系の論文については、情報学研究所が開発している CiNii の CJP データベースにおいて、引用情報が収録されており、引用分析を行うことができる。最近は出版社の Elsevier 社が参考文献を含む論文データベースである Scopus を開発・販売しており、Web

of Science と同様に引用数の分析などを行うことができる。ただし、まだ公開から日が浅いために、Scopus を用いてビブリオメトリクス分析を行った事例は筆者の知る限りでは無い。

2.2. 引用数に関する指標と分野間標準化

引用数を用いた指標としては、引用数そのものだけではなく、いくつかの異なるものが頻繁に使われている。その理由はいくつか挙げられる。一つには、論文データベースに収録される論文の数そのものが増えており、引用数をその絶対数でみると必然的に増え、時系列データの解釈が適切でなくなることがある。また、分野によって一論文に記される参考文献の数には差があり、そのために引用数の平均値は分野によって大きく異なるため、単純に引用数で比較することは不適切となる。このような理由などから、引用数の絶対値以外の指標が頻繁に使われており、概して、引用の総体、平均、分布状況に関する指標にわけることができる。

① 引用総数 ＜評価対象による学術的貢献の大きさの把握を分析目的とする＞
- 引用総数
- 引用数の世界シェア

② 引用の平均値 ＜論文の平均的な質の把握を分析目的とする＞
- 論文あたりの引用数平均値
- 分野ごとの平均引用数との比
- Relative Citation Index（論文数シェアに対する引用数シェアの比）

③ 論文分布 ＜論文生産の特徴の把握、質の高い論文の産出状況の把握を分析目的とする＞
- 一回以上引用された論文数、一回も引用されない論文の数
- IF の高い雑誌の論文数
- 引用数ランキングにおける上位1％や上位 10％に入る論文数（上位 1％は Highly cited paper と呼ばれる）、引用数ランキングにおける 25%ごとの論文数
- Hirsch-index

なおHirsch-indexとは、引用数で限定した論文数の計測方法の一つとして最近提案されたものであり、nature 誌でも取り上げられるなどして関心を集めている。Hirsch-index は主には研究者のパフォーマンスを測るための指標であり、ある研究者が h 回以上引用された論文を h 本有しているとき、この h の最大値がその研究者の Hirsch-Index と定義される。

上記の引用データは、インプットである研究費や研究者数、あるいは、GDP などの指標との比で示されることも多い。

これらの指標の算出にあたっては、分野によって引用数が異なるために、分野ごとに分析を行いその結果を別々に示すか、引用数を標準化して分野間で比較可能にする方法がある。いずれにしても、最初に分野を設定する必要がある。

研究分野の特定については、引用や語の分析などから分析者が独自にクラスタリングして分野を設定することも行われるが、データベースがジャーナルごとや論文ごとに付与している分野をそのまま用いるのが簡便な方法である。SCI を加工して作成されている Essential Science Indicators では 22 分野、同様に SCI を加工して国単位の分析を行うのに用いられる National Science Indicators では standard version で 24 分野、deluxe version で 105 分野の区分となっており、データベースごとに異なっている。最近は ESI がその使用の容易さのためにしばしば使われているが、22 分野という大きな括りでは、実際には各分野の内部でも個別の研究分野ごとの引用数の平均値の差異は大きい。生データである SCI では 2004 年は 168 分野が用いられている。分野ごとに分析をする場合には 168 分野では煩雑となるが、分野ごとの差異を考慮した標準化指標を作成して分析する場合などには用いることができる 。

分野間での標準化の方法としては、これまでに幾つかのものが提案されているが（Shubert and Braun 1996）、同一分野内の全論文の平均引用数との比をとる方法、あるいは、分野内の全論文の中での引用数のランク（同一分野の全論文を引用数でランキングした場合に、上位何パーセントに位置付くか）を指標とする方法が用いられることが多い。

また、このほかにも実際の分析の場面では、分析方法について注意が必要な点がある。一つには共著の扱いであり、特に複数の機関による共著や国際的な共著をいかに計測するかは、分析目的によって選択される。主には、共著でも全ての機関や国に重複してその論文を計上する全数カウント方式、機関数や国数で分数にして計上する分数カウント方式、第一著者の機関や国のみに計上する方式などがある。

また、分析単位の集合レベルが低い場合には、自己引用も問題となる。すなわち自分で自分の論文を引用することによって、見かけ上の引用数が上昇するという問題である。しかし、実際に自己引用を除いた場合とそうでない場合とで、ピアレビュー結果と比較した場合に(林 2003)、その整合性に大きな差異は見られなかった。これは、自己引用によって引用数が高くなるためには、その研究者が頻繁に論文を生産していることが必要であり、このことは研究者がアクティブに研究活動を行っていることを示し、それが質の高い研究成果の生産とも一定程度の相関を有していることが期待されるためである。また、引用数のランキングで上位にくる論文は、自己引用のみでその引用数を稼ぐことは不可能であるため、数段階の評点付けにおいては、自己引用によって大きな差異は生じない。

また、引用期間の設定の問題もある。引用期間が長ければ必然的に引用数も高くなるため、引用数の比較は少なくとも同一年に出版された同一分野の論文群と行われなければならない。同一年の論文群に対して、最近までの引用数を用いるか、5年間の引用期間(citation window)とするかは分析の目的による。ただし、加工されたデータベースでは、既に引用期間が固定されている場合があるため、分析目的と適合しなければ、生データを用いる必要がある。

2.3.引用数を指標とする事例

以下に、引用数を指標とする事例をいくつか挙げる。

2.3.1.国レベルでの引用数を用いた分析例

国レベルでの引用分析としては、英国の OST の PSA Target Metrics for the UK Research Base (2005 年 12 月版)では、国の研究開発のアウトカムの指標として、National Science Indicators を主なデータソースとして用いた引用数に関わる指標を複数設定している。

表 2.2-4 はメトリクスの中で論文数・引用数に関係する指標のみを抜き出したものである。これらの指標は一つ一つを見れば、指標 3.10 の分散指標や 3.11 の引用数と Ph.D.授与数との関係の指標を除いて、各種の調査分析やビブリオメトリクスの研究論文などにおいてしばしば用いられており、新規のものではない。しかし、これらの複数の指標をまとまった形で公式なターゲット指標として設定しており、引用数に関係するものであっても多様な視点から分析しているところに特徴があると言える(ただし、そもそもアウトカム指標がビブリオメトリクスの指標に偏っており、ビブリオメトリクス分析が適切でない分野においては有効な指標とはなっていないという根本的な問題はある)。

表 2.2-4 英国 PSA Target Metrics for the UK Research Base におけるビブリオメトリクスに関連する指標

2.アウトプット(3 指標)	2.03	論文数・世界シェア
3.アウトカム(11 指標)	3.01	引用数・世界シェア
	3.02	10 分野ごとの引用数・世界シェア
	3.03	9 野ごと(人文学除く)の引用数世界シェアによる国別ランキングにおける英国の位置(トップ 3 に入る分野数)
	3.04	論文数世界シェアに対する引用数世界シェアの比(RCI)
	3.05	引用されていない論文数およびその割合
	3.06	引用された論文数およびそのシェア
	3.07	引用数が上位 1%の論文における英国のシェア
	3.08	論文当たり引用数の世界平均との比
	3.09	10 分野ごとの論文当たり引用数の世界平均との比
	3.10	研究の強さの分野間のばらつき(平均／分散)
	3.11	OECD5 分野ごとの引用数の平均比と Ph.D.授与数の分布
4.財務的生産性(インプット当たりアウトプット・アウトカム)(8 指標)	4.04	GDP 当たり引用数
	4.05	GERD 当たり引用数・シェア
	4.06	公的研究開発費当たり引用数
	4.07	高等教育機関研究開発費当たり引用数
	4.08	OECD5 分野ごとの高等教育機関研究開発費当たり引用数
5.人的生産性(3 指標)	5.02	研究者当たり論文数
	5.03	研究者当たり引用数

この分析は、英国全体、OECD の分野区分にあわせた 5 分野、および独自に設定した 10 分野の階層的な分野区分により行われている。OECD の 5 分野は、OECD が保有する分野ごとのインプット・データとあわせた分析を行う場合に用いられている。この分析を受託している Evidence Ltd.では、別の調査においては英国の大学評価である RAE の分野分けと同じ 68 分野を用いて分野ごとの英国および他国の論文数や引用数の比較を行っている。しかし PSA においては、68 分野は詳細すぎるとともに設定した全ての指標において国際比較を行うには膨大になりすぎるとして、分野間の関係が近いものをグルーピングすることにより、10 分野を設定している。このことは逆に言えば、国全体、5 分野、10 分野といった粗い分野区分で分析を行い、その結果から何らかの課題が抽出されれば、68 分野の詳細な分析に容易に移行することができ、さらには RAE によるピアレビュー結果もあわせて参照することができるといった、階層的な分析システムが構築されていることを意味する。

具体的な分析における 68 分野のデータの作成は、RAE1996 および RAE2001 において 68 分野ごとに教員が提出した論文のジャーナルのデータをもとにして、各ジャーナルと 68 分野の関係を識別することにより行い、また 68 分野から 10 分野への集計もまた同様のデータにより 68 分野間の関係を分析することによる。

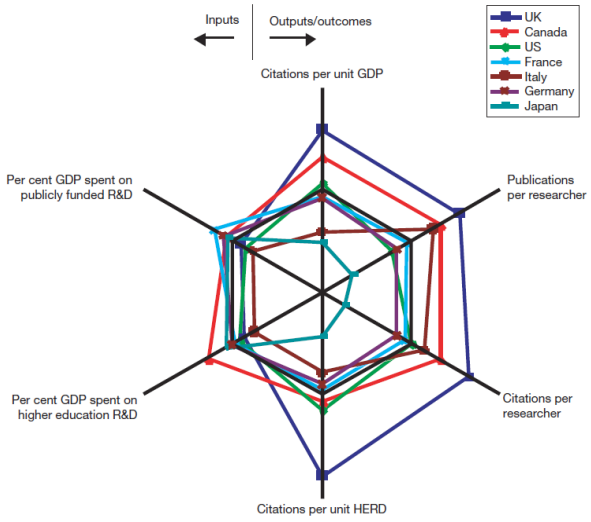


図 2.2-2 7 ヵ国のフットプリント

2003 年の PSA target の分析結果を踏まえた OST の Chief Scientific Adviser の D.King の nature 誌上の論文(King 2004)は多くの注目を集めた。その中では図 2.2-2 のように、インプットと、アウトプット・アウトカムの6つの指標を用いた 7 カ国のフットプリントが示されている。日本は、GDP 当たりの公的研究資金では 3 位、同じく高等教育セクターの研究資金では 2 位であるが、研究者当たり論文数、引用数、GDP 当たり引用数、高等教育研究費当たり引用数では最下位であると指摘されている。

また、英国政府が 10 年間の科学・イノベーションへの投資のフレームワークを定めた「Science and Innovation Investment Framework 2004-2014」においても、引用数に関連する指標を含んだモニタリング指標（Indicators of progress）が定められており、一部は上述の PSA 指標と同一のものとなっている。

また、このような引用数の指標に関する日本を対象とした分析例として、Hayashi and Tomizawa(2006)は 168 分野ごとに、引用数のランキングで 25%ごとの 4 つのグループに論文群を分割し、それぞれの中での日本のシェアの分析を行っている。その結果からは、日本は他国と異なる論文生産の特徴を有していることが明らかとなっている。

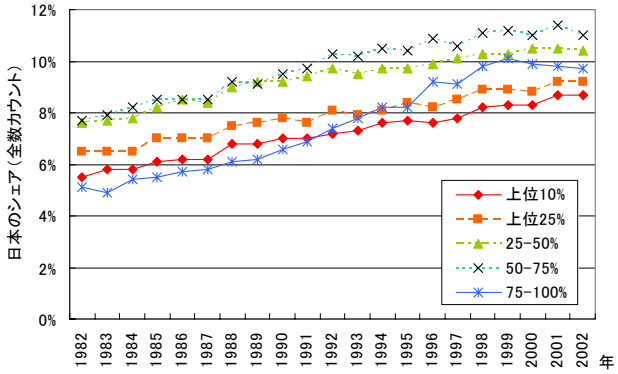


図 2.2-3 被引用数ごとの日本の論文数シェアの推移

図 2.2-3 は引用数ランキングの4つのグループと引用数上位 10%のグループの計 5 グループの日本のシェアを示している(168 分野ごとの分析結果を足し合わせたもの)。日本は引用数で上位 10%や上位 25%に入るグループの論文シェアを継続して増してきた一方で、引用数で 50-75%のグループの論文のシェアが最も高く、また引用数で 75-100%の最下位のグループのシェアが 1990 年代に急増している。

また、同様の分析を他国と比較すると(図 2.2-4)、米国、英国、ドイツ、フランス、カナダなどでは、引用数が高いグループほど論文シェアが高いという傾向があるのに対して、日本は引用数の最下位のグループを除いて、引用数が低いほどシェアが高く、中国や韓国に近い分布を有している。

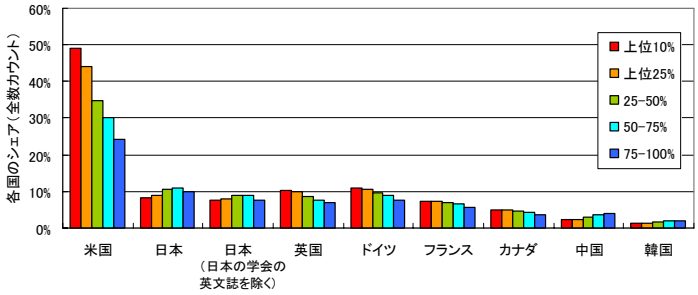


図 2.2-4 各国の被引用数ごとの論文シェアの状況

また、英国 PSA の分析で 68 分野から 10 分野を再集計したように、本分析においても 168 分野をより少ない数の分野に再集計することは可能である。図 2.2-5 では、NSI に準拠した 20 分野に再集計し、引用数 10%グループにおける日本のシェア、および 10%グループにおけるシェア/全論文におけるシェアを示している。これにより、どの分野において上述の傾向が顕著であるかを把握することができ、また、特徴的な分野についてはより詳細に 168 分野に降りて分析を行うことも可能である。

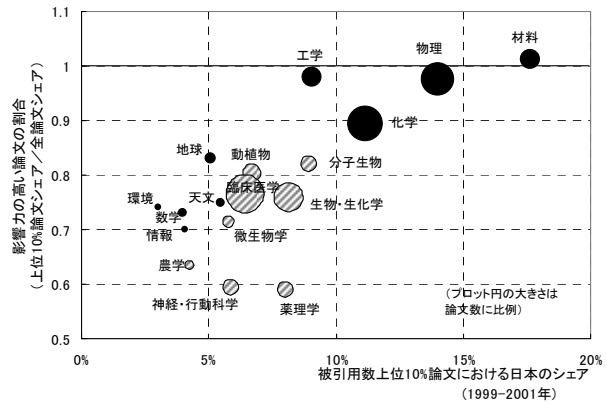


図 2.2-5 高被引用論文における日本のシェアと分布状況

このように、日本は引用数という点でみた場合の論文生産の特徴が他国とは異なっており、平均値や上位のみに注目した指標だけでは、研究パフォーマンスの変化やその課題を十分に把握できない可能性がある。

2.3.2.大学や機関を対象とする分析

英国の Science and Innovation Investment Framework 2004-2014 のモニタリング指標の一つには「英国のトップ 10 大学の研究の強さやインパクトの国際的ベンチマーク」が設定されており、日本の第三期基本計画においても「分野別の論文被引用数 20 位以内の拠点が、結果として 30 拠点程度形成されることを目指す」という目標が掲げられている。また、多くの国で COE 型のファンディングプログラムが導入されてきている。これらのことから見られるように、トップレベルの研究大学(COE)を有することの国際的競争が近年顕在化してきており、その維持が国の研究政策の目標として挙げられるようになっている。その中で、引用数を用いた大学のランキングや COE の把握も行われ、注目を集めるようになっている。

Times Higher Education Supplement では、ピアの評判調査結果や、雇用者へのサーベイ、国外の教員数、国外の学生数、学生・教員割合などの指標とあわせて、教員数当たりの引用数を指標の一つに用いられている。なお、2005 年版の結果では、北京大学は東京大学よりも引用数の指標では低いが、雇用者のサーベイ調査結果の高さなどから、東京大学よりも上のランクになっている。

中国の上海交通大学による世界大学ランキングはインターネットで公開されて多くの注目を集めているが、その指標は、卒業生のうちでノーベル賞・フィールズ賞を受賞した人数、同賞を受賞した教員数、Highly cited researchers、nature と science の論文数、SCI expanded・SSCI・A&HCI の論文数といった指標を用いている。このランキング自体は、中国の大学と世界とのギャップがどれほどあるかを明らかにし、政策的支援の喚起をねらったものである。そのため、過去の長期間の実績を示す指標が含まれるなど、THES と比べて中国が容易には上位に来ないような指標があえて選択されている。

また、COE の把握のための調査事例として、EU では 2000 年に、欧州研究圏を構築するための準備作業の一貫として、欧州における世界レベルの研究拠点を把握する調査をはじめた。この背景には、欧州にたとえ世界レベルの拠点があったとしても、他国の状況についての情報が必ずしも共有されておらず、コヒーレントな欧州研究圏を構築していくための状況把握に問題があると認識されていたことがある。この調査において、エクセレンスを把握するための指標のあり方についての議論がなされ、その一貫として 2001 年にビブリオメトリクス分析(論文および特許分析)がライフサイエンス、ナノテク、経済学の分野で行われた。

論文の分析については、オランダの CWTS が研究を受託し、研究機関(大学等)ランキングを行うための指標の開発、研究分野のマッピング手法の開発を行った。この調査では、各種の引用数の指標を含めて、以下の指標が設定されている。

1) 1996-2002 年の論文数
2) 引用総数(自己引用を除く)
3) 研究活動の成長率
4) 論文あたり引用数
5) 論文あたり引用数の分野標準値
6) 引用数トップ 10%論文数
7) 特許数
8) 論文・特許比

また、その他に自己引用比率、引用されない論文比率もランキングの際に用いられている。

2.4. その他の文献による論文引用の事例

ここまで挙げてきたものは、いずれも学術論文が学術論文に引用された回数を測定するものであった。このような引用回数は論文の学術的な価値の大きさを反映していると考えられるが、論文が伝達する研究成果の内容は必ずしも学術的内容のみから評価できるものではなく、技術発展への効果や、専門職の業務向上などの社会的な効果からの評価が求められる研究成果も少なくない。そのため、ビブリオメトリクスの分析においては、論文による引用だけでなく、その他の文書によ

る論文引用を計測することにより、学術的価値以外の価値の大きさの推量が行われる。

2.4.1.特許による論文引用（サイエンスリンケージ）

その中でしばしば分析されているものが特許による引用であり、これはサイエンスリンケージと呼ばれる。特許による論文の引用は、科学研究によって生産された知的内容が技術発展に結びついたことを実証する手段であり、Narin ら(1997)により始められた。実際には、論文による論文引用の動機に様々なものがあるのと同様に、特許による論文引用についても論文の内容が直接的に技術発展に結び付いたというリニアの関係は多くない（Meyer 2000)。しかし、それでも科学と技術の間の相互関係を示す指標の一つとしては有効と考えられている。

サイエンスリンケージの分析の多くは米国特許を用いたものであるが、日本の特許を用いた分析も玉田ら(2004)により行われている。また、米国特許の中で、特許間での引用数が高い特許における論文引用を分析することにより、重要な特許に対する学術論文のインパクトの大きさを測定し、その中での日本論文のシェアを測定する試みもなされている（富澤、林、山下、近藤 2005)。

2.4.2.政府文書などによる論文引用

特許以外の文書による論文の引用も分析対象となる。特に、社会への効果を長期的な目標として実施している場合には、その社会的効果に近い文書による引用が分析対象になる。

Lewison(2005)は生物医学研究の論文によって、ヘルスケア向上という最終的な目的がいかに達成されているかの実態把握を行うために、論文・特許以外の文書からの論文引用を分析している。生物医学研究の基礎研究からヘルスケア向上へとつながっていく過程は図のように概念化され、これをもとに、臨床ガイドライン、医学の教科書、政府文書、国際・国内の規制、新聞の5つの文書形式から、どの国の何年前のどのような研究（基礎研究から臨床研究まで）の論文が引用されているかを明らかにしている。

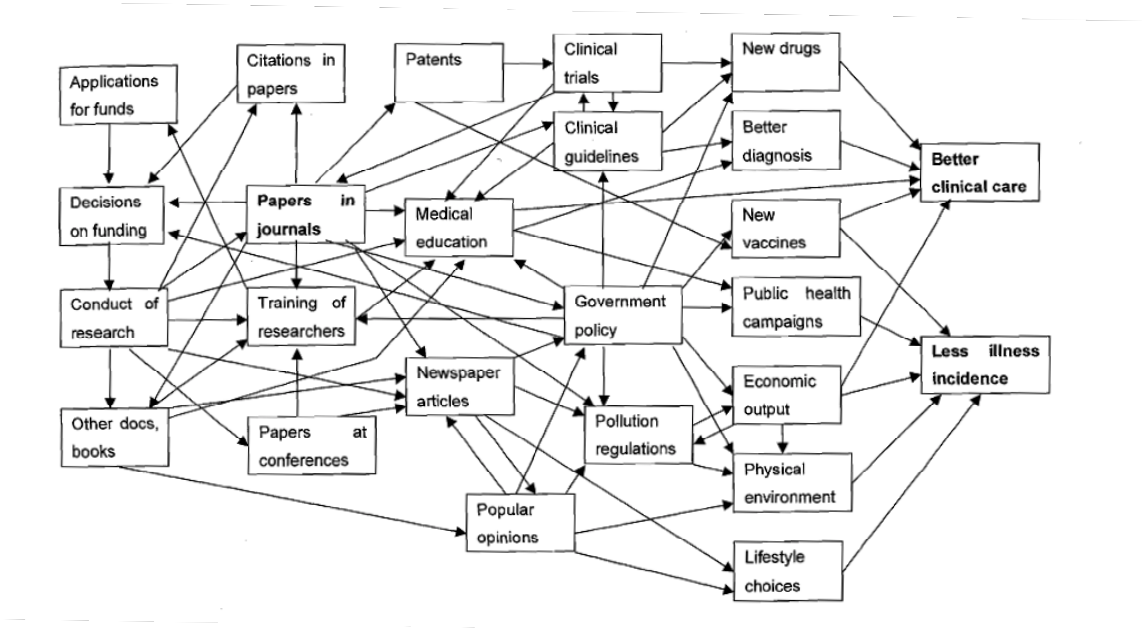


図 2.2-6 生物医学研究の基礎研究からヘルスケア向上へとつながっていく過程

2.5.定性的分析との連結

上述のような引用数指標は、国や機関などによる知識発展への貢献の分析など、集合レベルの高い場合にはそれ単独で行われるが、個別のプロジェクトやイノベーションの事例などに関しては、引用された数の分析だけではなく、引用関係の分析による分野把握や分野の地図化が行われるとともに、定性的なケーススタディとあわせて分析が行われる。

特に Roessner ら(1997, 1998)が行った、近年のイノベーション事例における NSF の役割の調査分析は 1960・70 年代の DOD の Hindsight や NSF の TRACES に続き、公的資金を伴う科学研究によるイノベーションの促進効果を分析した事例としてしばしば参照されている(Hicks et al. 2004)。

Roessner らの分析の方法は、以下の 5 つの要素からなる。

1) イノベーションを支えた技術群を識別し、何がそのイノベーションにとってユニークなものであり、何は既存技術をサポートするものでしかなかったかを把握。
2) オンライン・データベースを用いた文献調査により技術の発展に寄与した研究を把握
3) 文献調査、NSF スタッフとの議論、インタビュー、NSF の資金配分データベースにより、技術を開発した主要な組織を識別。
4) 個人への電話インタビューにより、その技術の歴史と NSF の役割を調査
5) ビブリオメトリクス分析

ビブリオメトリクス分析としては、NMR の事例においては、トムソン・サイエンティフィックの提供するリサーチ・フロント・データベースから、1990 年の分野クラスターマップを作成し、イメージングに関わる専門領域と、スペクトロスコピー(分光学)に関わる専門領域が強く結び付いて存在していることが識別された。この結果はインタビュー調査で得られた内容を定量的に実証することを可能とし、ビブリオメトリクスによってイノベーションに関わる研究テーマの境界設定を行うことができることを示唆している。また、携帯電話の論文分析の事例では、リサーチ・フロント・データベースから 5 人の主要な研究者の名前を同定し、それらの論文数を計測している。また、それら論文と関連を持つ 46 個の論文クラスターを識別し、その中の一つには多くの先駆的な研究者による論文を含むものであることを発見し、この結果は、ケーススタディから得られた知識を確認するとともに、それを拡大できることが示唆されている。

■参考文献

- 玉田俊平太、児玉文雄、玄場公規、鈴木潤(2004)「特許化された技術の源泉」『研究・技術計画学会第 19 回年次学術大会講演要旨集』、167-170 頁
- 富澤宏之、林隆之、山下泰弘、近藤正幸「有力特許に引用された科学論文の計量書誌学的分析」『情報管理』49 巻 1 号、2-10 頁
- 林隆之(2003)「ビブリオメトリクスによるピアレビューの支援可能性の検討 ～理学系研究評価の事例分析から」『大学評価』3, 167-187
- Anderson, R.C., F. Narin and P. McAlister (1978), “Publication ratings versus peer ratings of universities”, Journal of the American Society for Information Science, 29, 91-103
- Braun, T. (1999), “Bibliometric indicators for the evaluation of universities – intelligence from the quantitation of the scientific literature” Scientometrics, 45, 425-432
- Hayashi, T.and H.Tomizawa(2006), ” Restructuring the Japanese National Research System and its Effect on Performance “ Scientometrics Vol.68 No.2(印刷中)
- Hicks,D., H.Tomizawa, Y.Saitoh and S.Kobayashi, “Bibliometric techniques in the evaluation of federally funded research in the United States” Research Evaluation, vol.13, pp78-86
- Hirsch, J.E. (2005). An index to quantify an individual’s scientific research output, PNAS. Vol.102, pp.16569-16572 (以下でも閲覧化 http://arxiv.org/abs/physics/0508025)
- Irvin, J. (1989),”Evaluation of scientific institutions”, The Evaluation of Scientific Research, John Wiley &Sons, 141-168
- Kostoff, R.N. (1994) “Federal Research Impact Assessment: State-of-the-art”, Jouurnal of the American Society for Information Science, 45, 428-440
- Liu, N.C., Y.Cheng, L.Liu (2005), “Academic ranking of world universities using scientometrics - A comment to the

"Fatal Attraction"", Scientometrics, v.64, p.101-109

- Meyer, M. (2000a), "Does science push technology? Patents citing scientific literature", Research Policy, 29, pp. 409-434
- Moed H.F. (2005), Citation Analysis in Research Evaluation、Springer
- Narin, F., K.S. Hamilton, D.Olivastro(1997), "The increasing linkage between U.S. technology and public science", Research Policy, 26, pp.317-330
- Oppenheim, C. (1995), "The correlation between citation counts and the 1992 research assessment exercise ratings for British-library and information-science university departments", Journal of Documentation, 51, 18-27
- Oppenheim, C. (1997), "The correlation between citation counts and the 1992 research assessment exercise ratings for British research in genetics, anatomy and archaeology", Journal of Documentation, 53, 477-487
- Rinia, E.J., Th.N. van Leeuwen, H.G. van Vuren and A.F.J. van Raan (1998), "Comparative analysis of a set of bibliometric indicators and central peer review criteria", Research Policy, 27, 95-107
- Rinia, E.J., Th.N. van Leeuwen, H.G. van Vuren and A.F.J. van Raan (2003), "Influence of interdisciplinarity on peer-review and bibliometric evaluation in physics research", Research Policy, 30, 357-361
- Roessner, D., B Bozeman, I Feller, C Hill and N Newman (1997),The Role of NSF's Support of Engineering in Enabling Technological Innovation, first year final report for National Science Foundation.
- Roessner, D., R Carr, I Feller, M McGeary and N Newman (1998), The Role of NSF's Support of Engineering in Enabling Technological Innovation: Phase II, final report to National Science Foundation
- Zhu, J., A.J. Meadows and G. Mason (1991), "Citations and departmental research ratings", Scientometrics, 21, 171-179

執筆：林隆之（大学評価・学位授与機構助教授）

1. 調査研究の詳細

1.2. 調査とメトリックス

1.2.3. パテントメトリクス

東京大学 名誉教授
(財)政策科学研究所 理事
平澤 冷

青山学院大学法学部
教授 菊池 純一

芝浦工業大学大学院工学マネジメント科
教授 鈴木 潤

大学評価・学位授与機構
助教授 林 隆之

(財)政策科学研究所
田原 敬一郎、川島 啓

■ 1.パテントメトリクス

本調査研究の主な目的は、科学技術活動に関する質的・量的な評価を行うことである。しかしながら、科学技術活動の評価に関する一般的な問題として、これらの活動はインプット、アウトプットまたはインパクトの指標によって間接的にしか測ることができないという点があげられる。しかも、科学技術活動については、インプットを測定するよりもそのアウトプットやインパクトを測定する方が、理論的にも実践的にも難しいことが指摘されている(Grupp、1990)。そのような中にあって、数少ないアウトプット指標の代表的なものの一つが特許指標である。そして近年、社会・経済分野のアナリストや政策決定者は、技術の発展の程度およびその方向を分析するために、特許指標をますます重用するようになりつつある。これは、特許指標が、研究開発費や研究開発人材、あるいは国際技術貿易のような他の科学技術指標に加えて、“発明活動”そのものに関するユニークで詳細な情報を提供してくれるためである。ここでは、特許指標を利用する際のスタンダード・マニュアルとみなされている“OECD patent manual-94”を参考にしながら、パテントメトリクスの特徴と注意点などを解説する。

そもそも特許制度は、企業や研究機関あるいは個人によって開発された発明を保護する手段であり、それゆえ発明活動の代理指標として適している。ただし、発明をイノベーションへと繋げるためには、それを開発し、製造し、かつ販売するために、さらに企業家としての多くの努力が必要とされることは銘記しておく必要があるだろう。

技術指標としての特許データは、特有の強みと弱点を持っている。
一般的には、その強みは以下のようなものである:

a) 世界中のほとんどの国々は特許制度を有し、そのデータを公開しており、一般に非常に長い時系列のデータを得る事ができる

b) 技術のタイプや発明者などに関する詳細な情報を利用することができる

c) データアクセスと利用を促進する公的機関および商用サービスによって開発された、コンピュータ化されたデータベースを利用することができる

また、そもそも特許データは、各国の特許庁が管理上の目的で開発したものであるため、技術的な活動に関する調査に利用する場合には以下のような問題が生じる:

d) 特許法や手続きの観点から見ると、実際には各国の制度は大きなバリエーションを持っていること

e) 発明とイノベーションの複雑なプロセスの中で、それぞれの特許が果たす役割やその意義が異なること

f) 産業セクターや制度、市場、発明者のタイプおよび企業によって、特許に対する姿勢が異なること

本稿では、以下、我国の特許データを中心として、データソースやその利用方法、特許データから得られる情報の種類、特許データを利用する上で考慮するべき点などを述べる。

1.1.特許データから得られる指標

1.1.1.特許指標の重要性と限界

特許権による知的財産の保護は、イノベーションから生じる市場における成功を収穫するただ一つの方法ではない。特許の他にも技術の秘匿や迅速な商品化、低価格化などによって、特許による保護を補完するか、さらには場合によってはそれを代替することもできる。また、速い速度で変化しつつある分野では、発明は短時間で陳腐化するため、特許による保護はあまり価値がない場合もある。

図 2.3-1 は、イノベーションから得られる利益を専有(appropriate)するために有効な手段を日本国内の企業を対象として調査した結果を、米国における同様の調査結果と比較したものである(後藤晃、永田晃也、NISTEP Report 48 (1997)より引用)。これを見てわかるように、米国では技術情報の秘匿(ノウハウ化)が圧倒的に支持されている。また、生産・製品設計の複雑性に基づく利益の専有は、日本ではあまり重視されていない。そして、特許の有効性に関する認識は日米ほとんど同じで、かつどちらの国でも最高の手段ではなく、特許がオールマイティな手段ではないことがわかる。

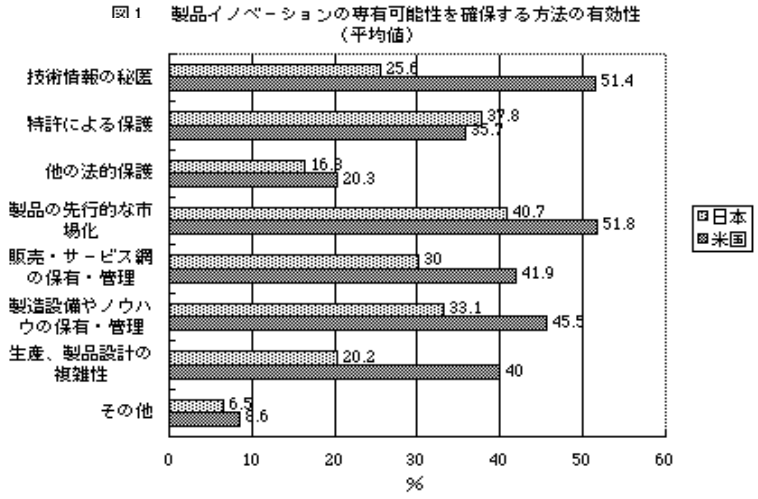


図 2.3-1 イノベーションから得られる利益を確保するための各手段が有効であると回答した企業の割合

特許データの相対的重要性について検討を加えた多くの先行研究からは、以下のような共通認識が導かれている:

① 特許は少なくとも発明の所有権を主張しそれらを保護する手段としては、他の要因と同程度に重要な手段である

すべての技術的イノベーションが特許出願に結び付くとは限らない。しかし、特許は模倣に対して事業を保護するのみならず、ライセンス・フィーを得たり、技術移転の交渉にも役立ったりするため、通常そのカバー範囲は広い。事実上

全てのイノベーティブな企業は、少なくとも最も重要な研究開発の成果については特許を取得する。一方、それほど重要でない製品やプロセスについて、特許を取得する範囲は著しく異なっている

これらは、個別特許の経済的価値が高度に偏った分布を示し、価値の高い特許はごく一握りであり、大半の特許はほとんど価値が無いという事後分析に基づいた Schankermann らの観察（ただし、特許の競合相手に対する抑止効果はなかなか捉え難いため、彼らは特許の価値を過小評価した可能性がある）の説明にもなるだろう（Schankermann and Pakes、1986）。

様々な考え方はあるものの結局、企業は、低い価値しか持たないかもしれない発明に高い特許料を払うリスクと、保護されるべき重要な発明を保護しそこなうリスクの間で、バランスをとらなくてはならない。特許取得の最適水準に関する議論は今も続いており、従って、企業はそれぞれ固有の特許ポリシーを追求するのである。

結局、第一の結論は、特許はすべての種類のイノベーション活動をカバーするものではないが、その相当な部分をカバーするということである。

② 特許データには考慮するべき多くのバイアスがかかっている

特許指標に対するバイアスの第一の重要な源は、特許を取得する企業によって異なる特許取得傾向（propensity to patent）である。この問題は、企業が使用する研究開発費によって特許取得数をキャリブレートすることによって、ある程度回避することができるだろう。個々の会社は時に特許ポリシーを変更するが、大きな変更が行なわれることはまれである。よって、特許データは一般的に時系列で比較することができる。

特許指標に対するバイアスの第二の源は、技術の持つ固有の性格により特許権保護の有効性に違いが生じ、技術分野によって特許取得傾向が変化するということである。例えば、特許取得傾向は、化学および機械工学のいくつかの分野において特に高く、逆に航空機などの分野では低いことが知られている(Scherer、1992)。従って、広い技術分野をアグリゲートしたデータに基づく特許分析では、意味のある結果を得ることは難しい。なるべく均質な技術分野を対象として、分析を行うことが重要である(Schmoch 他、1992)。さらに、技術分野間の違いは、イノベーションに関する理解にとって重大な意味を持つ。特許指標は、技術分野単位で分解することにより、よりよい考察を行うことができるだろう。

バイアスの第三の源は、特許出願傾向の国ごとの違いである。国のサイズと地理的位置は、特許権保護から得られる期待利益に影響を及ぼす。また、国内特許システムや法律、地理的特性、経済・文化的要素などからも違いが生まれる。この結果、各国の国内特許の指標に基づいて国際的な比較を行うことにはあまり意味が無い。それよりも、ある特定の国のシステムに基づいて複数の国を比較する方が適切である。この場合、そのホスト国自体が、統計的な「ホーム・アドバンテージ」を示すという問題や、特定の国が経済的に大きな利害関係を有する可能性はある。これらの問題をクリアするために、様々な取り組みが行なわれてきた。

例えば、少なくとも１国以上の外国へ出願されている特許や、異なるシステムの国の系統的な比較、あるいは欧州特許のような広域特許システム上の出願のみを分析するなどである。特許制度の違いによって引き起こされたバイアスは、これらの方法によって大部分は克服することができる。しかし、各国の特許制度および国際的な特許制度の運用機関や法的特徴に関するより良い理解が、特許データの意味のある分析にとって必要であることは明らかである。

国単位の特許のパフォーマンスを比較する場合には、十分に多数の企業が関係している限り、企業ごとの特許取得傾向の差は一般にはそれほど大きな影響を及ぼさない。しかしながら、より小さな国々や、限られた技術分野においては、少数の企業によって特許が支配されている可能性があり、その様な場合にはより注意深いアプローチが必要であろう。

③その他

特許は、技術のライフ・サイクル中全期間において生成されるため、それらは基礎的な技術革新と同様に漸進的技術革新をもカバーしている。実際、過去の研究(Kline and Rosenberg, 1986)では、市場における成功には漸進的技術革命が決定的に重要な影響を及ぼすことが示されている。

技術的・経済的に価値の高い特許は、外国特許の分析か特許の引用分析により識別することができる。この点については、後に詳述する。

特許は出願された後、登録されるまでに一定の時間がかかる。また、ほとんどの国では、特許は出願後 18 か月経過した時点で公開される。したがって、特許情報は常にタイムラグを含んでいる。しかし、一般的には、その発明が関連する製品やプロセスが上市される(Schumpeterian の定義による「イノベーション」である)よりもかなり前に、特許は登録され公報される。すなわち、特許統計は、上市後にしか得ることのできない生産統計や貿易統計よりも、新しい情報を含んでいると言えるだろう。

特許の要件である「世界的な新規性」は先進国にとって有利な条件であり、特許統計は当分の間は開発途上国にはあまり意味がない。しかし、台湾や韓国のような成功例が証明しているように、将来的には、特許権保護は開発途上国における有効なイノベーション・システムの構築にとって重要な要素となり、その結果、特許データの分析適用可能範囲は拡大していくものと考えられる。

1.1.2.経済産業省・産業構造審議会における検討例

経済産業省では、平成 15 年 10 月より、産業構造審議会知的財産政策部会の下に経営・情報開示小委員会を設置し、知的財産戦略指標について検討を進めている。その目的は、知的財産を核とした産業競争力強化のため、知的財産関連活動の計測と、将来的な目標設定の一助となるよう、下記 3 通りの知的財産戦略指標について検討することである(経済産業省、2004 年)。

- マクロの観点から、産業界・大学等の知財分野における競争力について国家間比較ができるような知的財産戦略指標
- ミクロの観点から、公開データに基づいて企業間比較ができるような知的財産戦略指標
- 企業内における戦略的知的財産マネジメントのための知的財産戦略指標(各企業における指標策定の際に参考となるべきガイドラインの策定)

同小委員会では、知的財産として特許の他ノウハウ、著作権、商標なども重要であるが、データの利用可能性の制約から、特許権のみを対象とした分析結果を報告している。また特許権にはその権利範囲、排他能力等において大きな質のばらつきがあるが、データの制約から登録された特許件数によって知的財産の量を把握するとしている。上記枠組みの中で、知的財産戦略指標の検証のためのマクロ指標として、同委員会は以下の指標を作成した。

なお、各指標は国家の規模の影響を排除するため、計算式のとおり、全て相対化されている。金額に関わる指標の値は、特に断りがない限り、購買力平価で換算された米ドル(百万ドル単位)であり、研究者数に関わる指標の値は、専従研究者(FTE)換算された数である。特許件数に関するデータは、各国の特許制度の際による誤差を取り除くべく、三極特許データ(後述)が利用された。

表 2.3-1 知的財産戦略指標の検証のためのマクロ指標

	指標名	計算式
研究開発関連指標（インプット）	研究開発集約度	$\frac{\text{研究開発費}}{\text{GDP}}$
	研究者１人当り研究開発費	$\frac{\text{研究開発費}}{\text{研究者数}}$
	研究者比率（就業者千人当り）	$\frac{\text{研究者数}}{\text{就業者数（千人単位）}}$
	研究開発効率	$\frac{\text{GDP}(N\text{年})}{\text{研究開発費５期平均（}(N-1)\text{年}\sim(N-5)\text{年）}}$
知的財産関連指標（アウトプット）	特許生産性	$\frac{\text{特許件数}(N\text{年})}{\text{研究開発費５期平均（}(N-1)\text{年}\sim(N-5)\text{年）}}$
	特許収益性	$\frac{\text{GDP}(N\text{年})}{\text{特許件数５期累計（}N\text{年}\sim(N-4)\text{年）}}$
経済関連指標（アウトカム）	全要素生産性（ＴＦＰ）	$\frac{\text{粗付加価値額}}{\text{就業者数}^{\text{労働分配率}} \times \text{粗資本ストック（民生部門）}^{(1-\text{労働分配率})}}$
	就業者１人当りＧＤＰ	$\frac{\text{GDP}}{\text{就業者数}}$

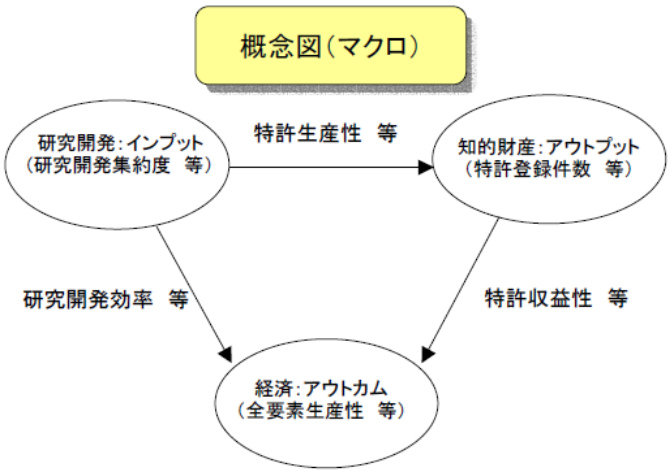


図 2.3-2 知的財産戦略指標の検証のためのマクロ指標（概念図）

日本、米国、英国、フランス、ドイツの 5 国の比較のため、これら 8 の指標を指標毎に（1991 年及び 1998 年の 5 カ国平均値を 1 として）相対化し、レーダーチャートに表した（図に関しては原典を参照のこと）。これに関する分析は以下のとおり：

(a) 日本は、特許生産性が高く（微減傾向）、特許収益性が低い（微増傾向）。これは、特許取得件数が多いものの、GDP に結び付いていない状況を示している。また、日本では、研究開発費集約度、研究開発者比率はともに高いものの、研究開発効率は平均よりやや低く、かつ 91 年から 98 年にかけて減少。これは、研究開発投資が収益に結び付いていないことを示している。但し、研究者一人当たりの研究開発費は諸外国より少なく、研究開発費集約度の高さを合わせて考えると、研究者数が多額の研究開発費を超えて、さらに多い様が伺える。

(b) ドイツは、特許生産性が高く、特許収益性が低い点において、日本と類似した形を示すが、研究開発費集約度、研究者比率、研究者 1 人当たり研究開発費は、ほぼ平均並み。その結果、研究開発効率も平均並み。特許生産性は、平均より大で、かつ増加傾向にあるが、特許収益性には変化がほとんど無い。

(c) 米国では、日独とは対照的に、特許生産性が低く（微増傾向）、特許収益性が高い（微増傾向）。研究開発効率は平均並み。また、研究開発費集約度、研究者比率は日本より低い。したがって、国全体としては、日本より効果的に研究開発の成果が出ていると言える。

(d) 英国は、研究者一人当たり研究開発費が平均的で、研究開発集約度や研究者比率は平均より低いのに対し、特許収益性及び研究開発効率が極めて高い。研究開発集約度が低いこと自体に問題がある可能性はあるが、

その水準を与件とすれば少ない研究開発の投入を効率的にアウトプットに結びつけていると言える。

(e) 特許収益性と特許生産性との関係を時系列的に見ると、米英では、特許生産性はほぼ一定の下、特許収益性がほぼ純増する傾向が見られ、米英の研究開発効率の向上が見て取れる。

この分析では、従来からパテントメトリクスの問題として指摘されている項目のいくつかがクリアされておらず、また根本的なモデルがリニアモデルであり、タイムラグや寄与率に関する考察を省略するなど、様々な問題を内包した報告書であるといえよう。

1.2.特許データのソースとパテントマップ

そもそも特許制度(産業財産制度)の根幹は、特許権、商標権等の独占排他権を一定期間付与する代わりに、その内容を一般に公表させる制度である。それにより技術の改良・進歩を促すことを目的としている。そのため、特許情報は多くの国で公開されており、わが国でも1970年に導入された出願公開制度によって、特許情報は出願18ヶ月後に原則として「公開特許公報」によって公開されることとなった。なお、出願後18ヶ月以前に成立した特許は特許公報で公開されるため、公開特許公報では公開されない。また、公開前に取り下げられた特許についても公開されない。早期に公開される特許情報にはこの他に、公表特許公報がある。公表特許公報は、特許協力条約(PCT)に基づいて国際出願された特許のうち、日本を指定国としたものの日本語の翻訳文が日本国特許庁に提出された時点で発行されるものである。出願された特許が成立(特許査定)した場合に発行されるのが、特許公報である(公告制度が廃止された1996年までは公告特許公報)。さらに、出願された特許に関する様々な審査経過情報や登録後の更新、訴訟記録などが、「整理標準化データ」という名称で提供されている。整理標準化データは、公開広報や特許広報など、公開や登録時点で固定された情報ではなく、それぞれの特許出願について何らかのイベントが発生した場合に、順次更新されていくデータである。

わが国の特許庁が公開する特許情報は、以前には紙媒体かPATOLISという名称のオンライン・データベース・サービス(以前は(財)日本特許情報機構(JAPIO)が運営していたが2000年に分離され、現在では株式会社PATOLISが運営している有料サービス)により提供されてきたが、順次電子化とオープン化が進められ、現在では様々の形で入手・利用することができる。

1.2.1.特許庁公開電子データ

①特許公報、公開特許公報

- 公開・公表:平成5年(1993年)発行(1991年7月出願)分以降を電子化
- 公告・登録:公告(1994～1996年)、登録(1996年以降)を電子化

これらについては、特許庁の外郭団体である独立行政法人・工業所有権情報・研修館が、「特許電子図書館」で、図表のイメージを含めて全文をテキストデータとして無料公開している(http://www.ipdl.ncipi.go.jp/homepg.ipdl)。また、冊子、CD-ROM媒体としては発明協会から購入可能である(特許公報50枚・23万円／年、公開公報100枚・53万円／年)。なお、特許庁で公告広報が電子化されたのは1994年以降であるが、特許電子図書館では独自に1986～1993年までの公告広報のテキストについてのみ提供しており、無料で検索することが可能である(民間のデータベース作成企業が冊子から入力したデータを提供)。

②審査経過情報等

- 整理標準化データSGML・XML編

これらは、特許庁内の各マスタ・データベース(下記)において発生又は更新された特許、実用新案に関する書誌情報・経過情報を収録したデータ。データの形式に応じて、SGML編とXML編がある。データには、出願マスタ、審判マスタ、登録マスタ、Fタームサーチマスタ、国内引用文献マスタの5つのマスタ・データベース情報が収録されている。

特許庁内のマスタ・データベース

- 出願マスタ:　出願から最終処分にいたるまでの書誌・経過情報を収録しているデータベース
- 登録マスタ:　権利の移転、消滅、変更等の登録関連情報を収録しているデータベース
- 審判マスタ:　審判請求書の受付から審決までの経過情報等を収録しているデータベース
- F タームサーチマスタ: F ターム、検索 IPC(FI)、審査官フリーワード情報を出願番号ごとに収録したデータベース
- 国内引用文献マスタ:拒絶理由通知書等に記載された引用文献に関する情報を出願番号ごとに収録したデータベース

これらの経過情報は現在、隔週で更新されており、更新のつど DVD 媒体で更新部分のみ提供されている(平成 15 年から未公開分も磁気テープ媒体で一括提供開始)。データの販売は、JAPIO が窓口になっており、磁気テープや DVD 媒体など、フルセットで購入すると 900 万円程度かかる。整理標準化データに収録されているのは書誌情報のみであるが、1960 年代以降、全期間に亘って日本の特許をカバーしており、長期間の時系列情報を得ることができる。

上記の各種情報が公開される時期を、図 2.3-3 にまとめておく。

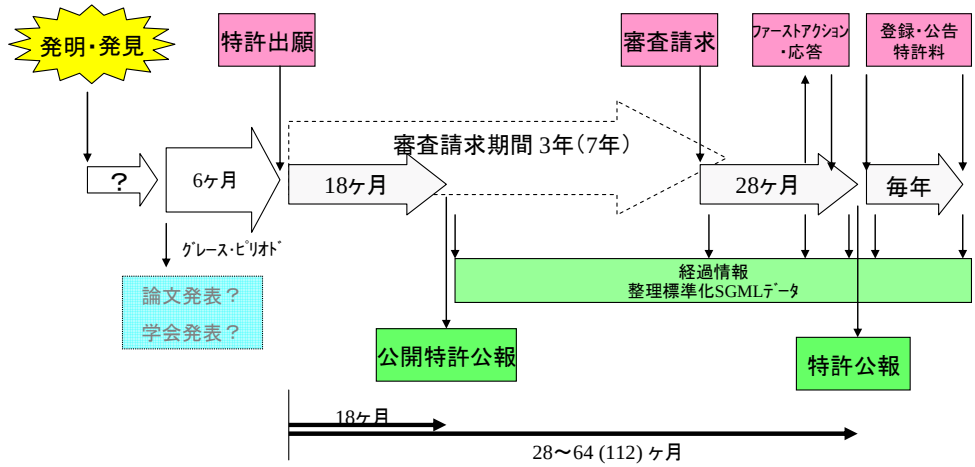


図 2.3-3 特許庁から各種の情報が公開されるタイミング

1.2.2.外国特許データ

①米国特許

米国特許に関する情報は米国の特許商標庁(USPTO)がインターネットで提供している。

http://www.uspto.gov/patft/index.html

米国の特許制度は、技術進歩を促進するというよりは発明者の権利を保護するという側面を重視しており、先発明主義と非公開主義(権利化されない限り公開しない)という世界的に見て特殊な運用を行ってきた。非公開主義は世界的な特許制度ハーモナイゼーションの圧力を受けて改められ、2001 年以降は国内のみに限定した出願で無い限り公開されるようになった。USPTO は情報の電子化は早く、登録された特許情報に関しては 1976 年からフルテキストが電子化されている(イメージデータについては、1790 年の米国特許第一号から全てが公開されている)。一方、出願公開データについては、上記のように、公開されているのは 2001 年以降の出願のみである。

②欧州特許

欧州では各国の特許庁も情報を公開しているが、一国の市場があまり大きくないため特許は欧州特許として取得されることが多く、特許情報も欧州特許庁(EPO)がまとめて ESP@CEnet において提供している。

http://www.espacenet.com/

ESP@CEnet というのは、欧州特許庁が提供している特許データベースの商標である。 ここには欧州特許はもちろん、

国際出願特許（PCT）や日本特許、米国特許等、各国特許情報が蓄積されており、これら単独の特許情報のほか、パテントファミリー情報を閲覧することできる。このパテントファミリー情報は、INPADOC ファイル（下記）の情報が元になっている。

パテントファミリーとは、優先権情報に基づいて事実上同一発明であるとみなされる各国の特許出願をまとめて、一つの“ファミリー”としたものである。パテントファミリーに関する代表的な情報としては、INPADOC が作成するファミリー情報と Thomson Scientific（旧 Derwent）社が作成するファミリー情報が存在する。両者は基本的には同一であるが、収録対象範囲の違いから、実際には少し異なっているといわれている。

INPADOC (International Patent Document Center)とは、世界特許機構（WIPO）とオーストリア政府との協定に基づいて創設された非営利の特許情報機関であり、ウイーンに本部がおかれている。組織としての INPADOC は、1991 年 EPO に吸収されたが、業務は引き継がれ、収集する情報は INPADOC ファイルとして PATOLIS, DIALOG, STN など、有料のデータベース・サービス上でも提供されている。なお、INPADOC ファイルはほぼ全世界のファミリーデータを収録しているが、日本の実用新案は収録対象としていない。

③三極特許

世界の特許出願の約 80%を扱う日本国特許庁、欧州特許庁、および米国特許商標庁の三極特許庁は、各庁の活動や制度の状況及び特許出願・特許登録動向等の相互理解をより深めるために頻繁な情報交換を行っており、三極統計報告（Trilateral Statistical Report：TSR）を毎年公表している。1996 年版以降の三極統計報告は、三極ウェブサイトで公開（英語版のみ）されている（図 2.3-4）。

http://www.trilateral.net/tsr/

ただし、三極ウェブサイトで公開されている報告書は、あくまでも集計された統計データのみであり、個別の特許やパテントファミリーなどの検索を行いたい場合には、上記の各特許庁ホームページを利用する必要がある。

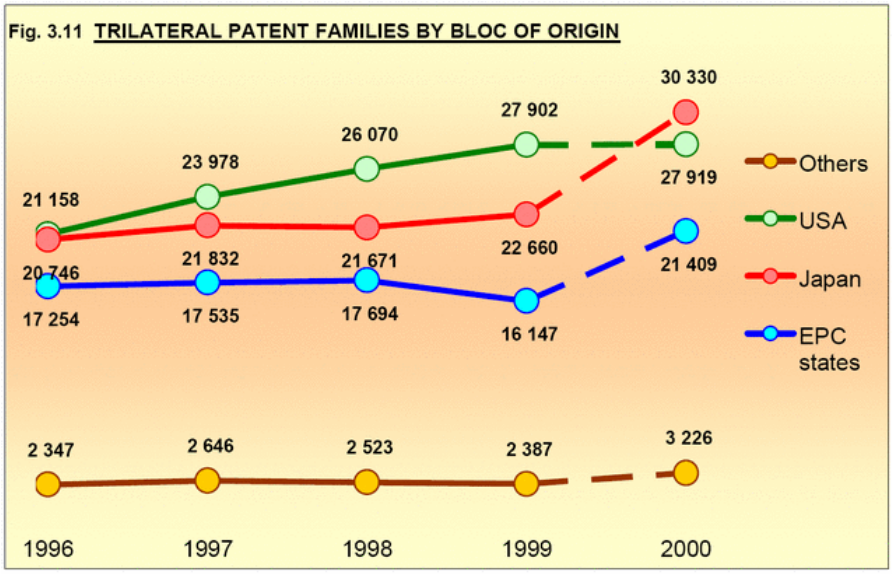


図 2.3-4 三極特許パテントファミリーの地域別件数“Trilateral Statistical Report 2004”より

1.2.3.二次プロバイダーから入手可能な情報

特許庁から公開された各種の特許情報は、民間の二次プロバイダーも加工し販売を行っている。基本的なデータは上記のものと変わりないが、検索システム等を高機能化したり、使いやすくしたり、更新頻度を抑えて価格を抑えたり、また企業の財務情報など他の種類の情報と組み合わせることによって付加価値を付けたりしている。代表的な二次プロバイダーとしては、前述の株式会社 PATOLIS や、野村総合研究所のサイバー・パテント・デスク、松下電器産業の Panapatlics などがあげられる。一部の二次プロバイダーは、オンライン・データベース・サービスに加えて、Raw data そのものを検索・加工システムと共に販売しており、それらを購入してインハウスのデータベースを構築している企業・研究機関も多い。

民間の二次プロバイダーの多くは、外国特許をも含めてサービス提供している場合が多いが、さらに Thomson Scientific 社や Dialog、STN などのオンライン・データベース事業者が、WPI や INPADOC などの特許データファイル検索サービスを提供している。二次プロバイダーの中でも、独自にユニークな付加情報を加えて販売している事業者に、米国の CHI Research（CHI）社があげられる。CHI 社の特許データベースには、1975 年以降に公開された米国特許と 1978 年以降に公開された欧州特許（いずれも出願ではなく登録特許）の書誌情報や引用文献・引用特許の情報が収録されている。これらの情報に基づいて CHI 社は、特許−特許引用や特許−論文引用などの指標を集計し、様々の分析を行っている。米国の全米科学財団（NSF）が隔年で発行する“Science and Engineering Indicators”にも、CHI 社の分析結果は毎回掲載されている。CHI 社のデータは上記のように米国特許と欧州特許を対象としたものであるが、文部科学省の科学技術政策研究所では、CHI 社のデータを利用して日本の出願人によるこれら特許データを集計し発表している（富澤、1998； NISTEP Report No.88、2005）。

1.2.4.研究用データベース

①NBER 特許データベース

上記の①や②で述べてきた各種のデータソースは、基本的には特許を出願し取得しようとする企業における先行技術調査や技術動向調査を主な用途と想定して作られている。このため、特許データそのものを用いる研究目的で利用するためには必ずしも適したシステムになっていない。また、有料のデータベース・サービスを利用してこのようなデータを取得するには非常に大きなコストがかかり、手軽に研究対象とすることには無理があった。特許データがパーソナル・コンピュータで手軽に扱えるようになってきたのは、最近 10 年程度のことであるが、それとともに経済や政策分野の研究者によって、特許データを研究目的で活用するためのデータベースを構築しようという動きが活発になってきた。このような動きの先鞭をつけたのは、米国における指導的な経済研究機関である NBER（National Bureau of Economic Research）である。

http://www.nber.org/patents

NBER の特許データベースは、基本的な特許データ（登録）に加えて、特許−特許引用データ、特許権利者情報、発明者情報、などいくつかのファイルに分けられており、利用者が自らデータベースに取り込んで操作することができるようになっている（Hall et.al. 2001）。

登録特許データは、1963 年から 1999 年までの間に米国特許庁に登録された特許を対象としており、約 300 万件の情報を収録している。登録された特許毎に、特許番号、出願年、登録年月日、第一発明者の国籍、特許権者、請求項の数、技術分類（米国分類）、引用と被引用の数、自己引用率などの情報が記載されている。

特許−特許引用データは、1975～1999 年の登録特許を対象としており、1650 万件にのぼる引用−被引用のペアが記載されている。これをもとに、引用や被引用回数の集計、引用ラグの集計などをおこなうことができる。

NBER の研究用データは、書籍（Jaffe and Trajtenberg、2002）と共に CD−ROM の媒体で入手することも可能であり、世界中で様々なイノベーション研究のツールとして活用されている。なお、このデータについては現在、アップデートのプロジェクトが進行中である。

②IIP 特許データベース

NBER のデータは米国で登録された特許のみを対象としている。日本でも同様のデータを整備しようとする活動が、東京大学先端科学技術研究センターにおいて進められている。このプロジェクトは、特許庁の整理標準化データを主たるデータソースとし、NBER データと同様に、研究や分析において重要な書誌的情報に限って無料で提供しようとするものである。このデータベースは 2005 年末に初期バージョンが完成し、その一部が財団法人・知的財産研究所のホームページにおいて、「IIP 特許データベース」という名称で公開された（後藤・元橋、2005）。

IIP 特許データベースは、1964 年 1 月から 2004 年 1 月までに出願公開・登録された特許（約 910 万件）について、下記のデータを抽出し、統計処理を行いやすくするためのデータ変換を行い、データベース化したものである。データベースは、特許出願ファイル、特許登録ファイル、出願人ファイル、権利者ファイル、引用情報ファイルの 5 つに分かれている。これらのファイルは最大でも数百メガバイト程度に抑えられており、高速インターネット回線があればダウンロードして通常のパソ

コンで処理することができる。なお、上記の研究用データベースは、利用目的を学術目的に限っており、基本的に商用目的には利用できない。

③発明者引用情報データベース

上記の IIP 特許データベースでは、特許庁における審査の過程で発生した引用情報（その多くは、拒絶査定通知における先行特許の引用）が提供されている。これはこれで貴重な情報ではあるが、米国と日本の特許制度とその運用上の違いから、NBER データに含まれている米国特許の引用情報と同等の情報とはいえない。すなわち、米国特許においては以前より発明者自らが先行文献を開示することが求められており、NBER データにおける引用情報には、審査官がサーチの段階で引用した文献に加えて、発明者が引用したもののうち審査官が参照したものが含まれている。ただし、先行文献として発明人が引用した文献であっても、審査官が審査に使わなかったものは除かれている。一方、IIP 特許データベースの引用情報は、審査官が付与した情報のみである。

http://www.iip.or.jp/patentdb/index.html

IIP 特許データベースのファイルと項目の構成

(1) 特許出願ファイル
- ① 出願番号
- ② 出願日
- ③ 審査請求日
- ④ 出願人番号
- ⑤ 請求項数（出願時）
- ⑥ 公開・公表時の筆頭 IPC
- ⑦ 上記 IPC に基づく統合技術分類

(2) 特許登録ファイル
- ①出願番号
- ②登録番号
- ③ 登録日
- ④権利消滅日
- ⑤権利者番号
- ⑥請求項数（査定・登録時）
- ⑦公告（登録）時の筆頭 IPC
- ⑧上記 IPC に基づく統合技術分類

(3) 出願人ファイル
- ① 出願人番号
- ② 出願人名称
- ③ 個法官コード
- ④ 国コード及び県コード
- ⑤ 出願人登録制度による出願人コード

(4) 権利者ファイル
- ① 権利者番号
- ② 権利者名称

(5)引用情報ファイル
- ① 引用特許出願番号
- ② 被引用特許出願番号
- ③ 引用タイプ（審査官引用／公報引用）

玉田らは、日本の特許明細書の本文中に含まれる発明者による先行文献の引用情報を抽出し、データベースを構築している（玉田ほか、2004a,b）。一般的には、審査官が引用する先行文献のほとんどは特許文献であり学術文献はほとんど含まれないが、発明者が引用する文献の中にはある程度、学術文献が含まれている。このような発明者による引用情報を抽出することにより、特許−特許引用のみならず前述の CHI 社が提供しているような特許−論文引用（サイエンス・リンケージと称される）を分析することも可能になった。日本特許のサイエンスリンケージを分析した結果から、玉田は以下のような考察を行っている：

(a) サイエンスリンケージが強い分野はバイオテクノロジー、暗号、光コンピュータ、音声認識などの分野である。政府はこうした分野に注力すべきではないか。

(b) サイエンスリンケージの高い分野ほど、特許の外国人出願比率が高く、したがって日本の技術の国際競争力が低い。また、産業に有用な技術に使われた科学論文の大半は米国のもので、その多くは米国の公的支援を受けていた。わが国は一層研究開発に注力すべきではないか。

(c) 特許で守れる技術革新はバイオ分野等の一部に過ぎない。大学等はいたずらに特許出願を行わず、論文発表による公共財としての知的資産形成と共同研究や教育による知識の移転に努めるべきではないか。

玉田らにより構築された発明者引用情報を含むデータベースは、IIP 特許データベースと同様に、研究者向けに公開することが検討されているようである。

1.3.日本の特許データの概要と考慮するべき事項

本節では、前述の整理標準化データと玉田らによる引用情報データを用いて、日本の特許データの概要と考慮するべき事項をまとめる。なお、詳細については、参考文献(鈴木・後藤、2006)を参照のこと。

1.3.1.出願と登録および請求項数の動向

特許の出願と登録の件数は、様々な指標において非常に頻繁に利用される指標である。たとえば、わが国の代表的な科学技術活動の指標を集めた科学技術政策研究所の「科学技術指標」では、以下のように記述されている:

> 日本の特許庁に対する出願件数の推移をみると、1980 年代後半までの急激な出願の増加の後、1990 年代半ばまで横ばい気味に推移していたが、1990 年代中頃より、再び増加の傾向にある。日本の特許庁に対する出願件数の大部分(2001 年で88 %)は、日本人による出願であり、外国人の出願は日本人の5 分の1 程度と相対的に少ない。ただし、外国人による出願件数は近年、やや増加傾向にある(NISTEP report 73、p139)。

ここに記述されていることは間違いではない。整理標準化データをもとに集計すると図 2.3-5 のようになり、出願件数は1980 年代に大きく伸びたこと、1990 年代には横ばいの傾向があらわれていることがわかる。しかし、ここにはいくつかの問題点を指摘することができる。

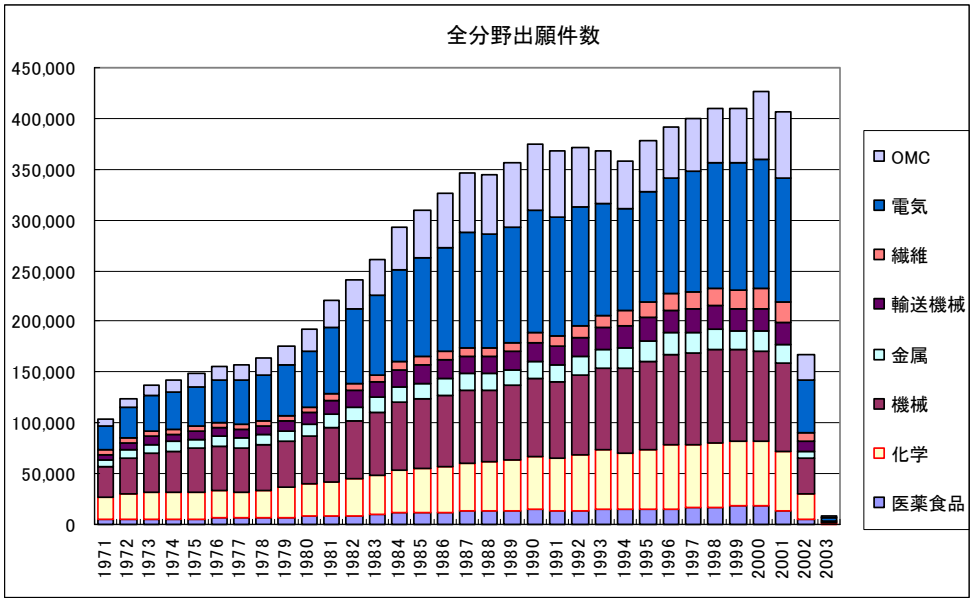


図 2.3-5 全分野の特許出願件数とその内訳の推移

NISTEP report が指摘する出願件数の 1990 年代の停滞と再活性化の原因の多くは、電気分野と OMC(Office Machinery and Computers の略)分野の動向に起因するものであり、1.1 節で述べたとおり分野間の違いを考慮しない記述はあまり意味が無い。図 2.3-6 に示すように医薬食品分野と OMC 分野では、かなり異なるトレンドを示している。

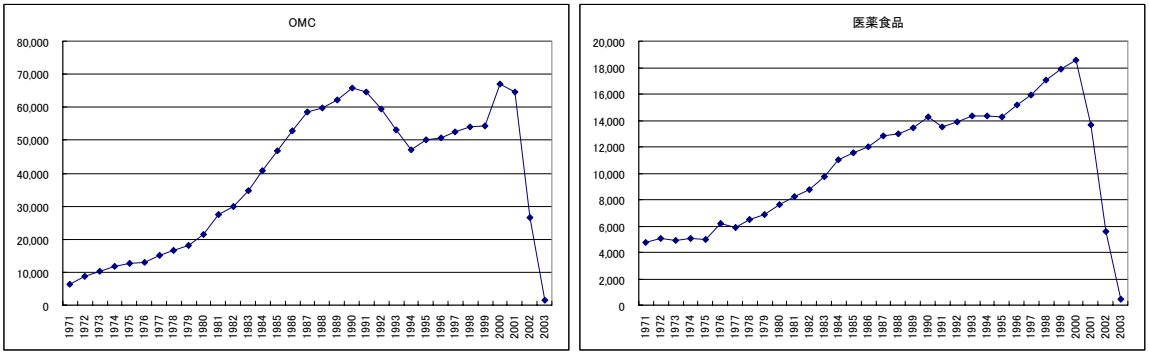
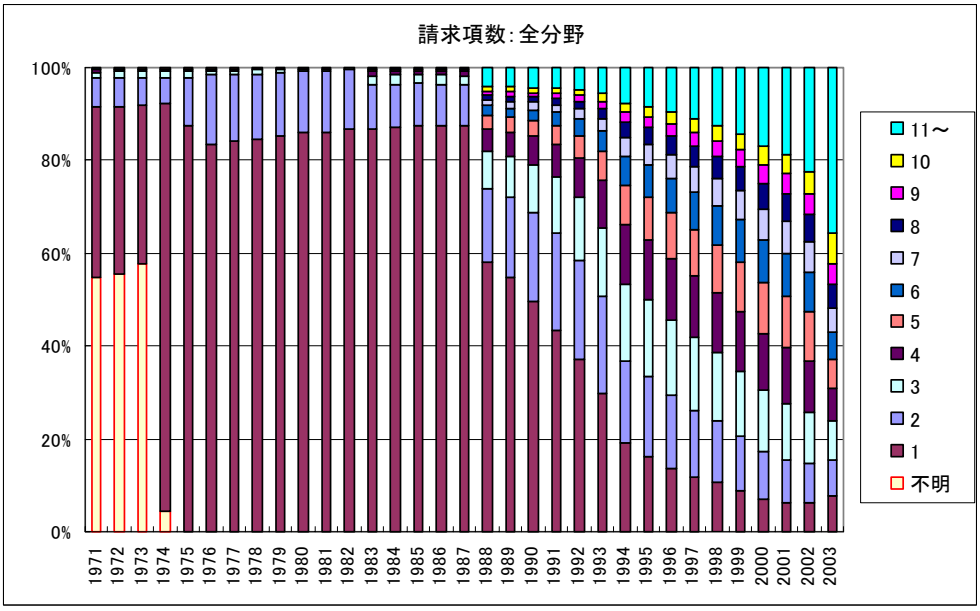


図 2.3-6 医薬食品分野と OMC 分野の出願数の推移

さらに、“特許出願数”を時系列で比較すること自体が、実は大きな問題を抱えている。現在わが国で運用されている特許制度では、複数の関連する発明を一つにまとめて出願すること（多項出願）が認められている。しかし、多項出願そのものがあまり安定した制度であるとはいえない。特許出願の多項性は、1976 年 1 月に、物質特許制度の導入と同時に特許請求の範囲の多項性（実施態様項．方式）として導入された。ただし、この原始制度は利用にあたってかなり制約が多く、あまり広範囲には利用されなかった。その後、1983 年に少し運用が改善された後に、本格的な“改善多項性”の運用が開始されたのは 1988 年である。図 2.3-7 は、1 件の出願に含まれる請求項（発明）の数の割合と、それらの出願数を全分野で集計したものである。上述の制度変更の時期にそれぞれ対応する不連続な変化が見られ、特に 1988 年の改善多項性導入以降には、請求項の数と出願数に根本的な変化が生じていることがわかる。すなわち、これらの制度変更期間をまたがるようなデータは統一的に解釈することができない。さらに、請求項の数については、PCT 出願のデータも大きな問題をはらんでいる。WIPO から日本特許庁に送付される PCT 出願のデータには、1999 年まではそもそも「請求項の数」に相当するデータが付与されていなかった。このため、1999 年までの PCT 出願は、データベース上では全て「請求項数=1」で処理されている。2000 年以降は日本の特許庁で PCT 出願の請求項数のデータを補完しているようであるが、特に PCT 出願の比率が高い医薬食品分野などでは、1999 年までの PCT 出願の請求項数を 1 として処理すると大きな誤解を生む恐れがある。



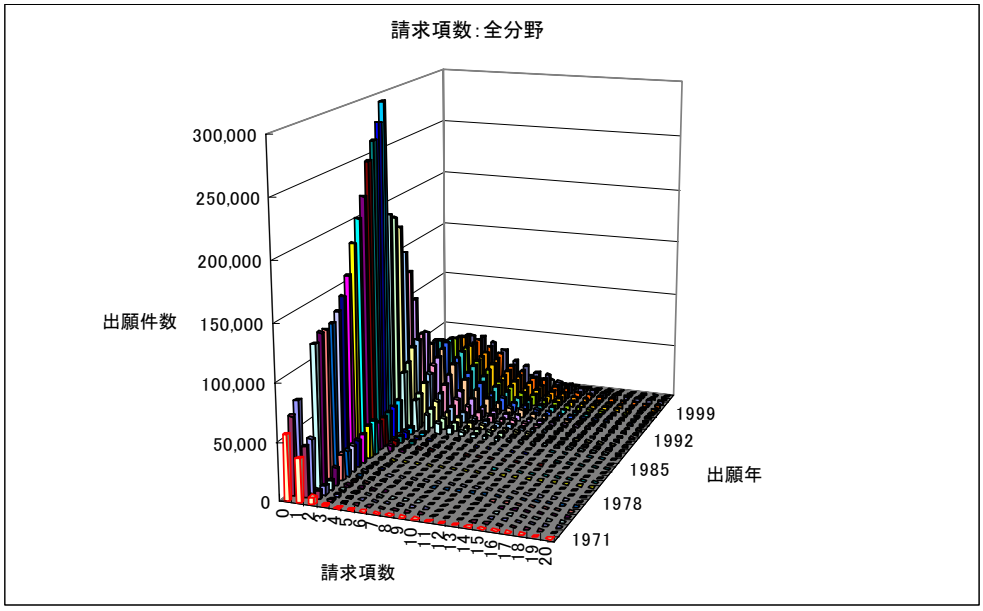


図 2.3-7 1 件の出願に含まれる請求項（発明）の数の割合（上）と、それらの出願数（下）

このように、改善多項性のような大きな制度変更を無視して、出願件数のみを時系列で比較することにはほとんど意味が無いことがはっきりしている。また 1990 年代以降、特許庁が大口の出願人（主として電気分野の大企業）に対して、特許審査の事務負担軽減の観点から、出願件数を抑制するよう要請してきたことも広く知られた事実である。図 2.3-8 は、全出願に含まれる請求項の合計数を集計したものである。1988 年の改善多項性導入を境として不連続性が見られるが、一貫して請求項数は増大し続けており、請求項の数から判断する限り発明活動の頭打ち現象は全く見られない。発明活動の指標として出願件数と請求項数のどちらに注目するべきなのかは難しい判断であるが、少なくともこれらの背景は正しく認識する必要があろう。

出願件数と請求項数は、出願人の国籍によっても影響を受ける。米国や欧州では日本より以前から多項出願が広く行われており、日本における改善多項性の導入は当初、多項出願に慣れた外国人出願人によって盛んに利用された。しかし、次第に日本人出願人の間にも多項出願が浸透してきている。図 2.3-8 からは、そのような現状に至る経緯を読みとることもできるだろう。

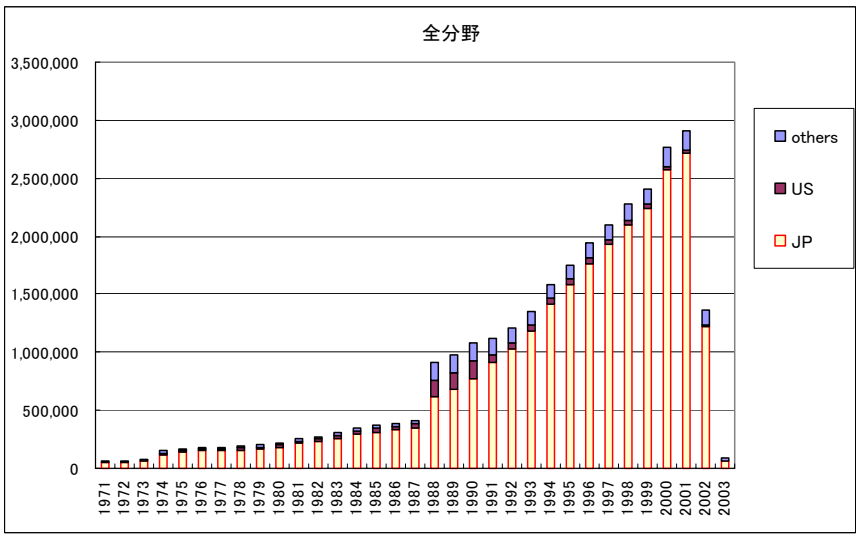


図 2.3-8 出願人国籍別の総請求項数の推移

1.3.2.国際的な出願の動向

特許権は原則として各国ごとに限定された権利であり、重要な発明であれば世界規模での権利取得を目指すことになる。このような国際的な特許出願については、分野間の差が大きい。また、国際的な特許出願の経路は複数あり、かなり複雑である。国際的な特許出願を、日本の特許データからどのようにして同定するのかは、かなり難しい問題である。特許統計から同定することができる“広い地域への出願”は、以下の 3 種類が考えられる。

- PCT ルートによる“国際出願”
- 日本人がパリ条約に基づいて行う“国際優先権主張出願”
- 外国人が日本に対して行う“外国人出願”

PCT ルートによる出願で日本を指定国とするものは、翻訳文が提出された後に公表特許として特許庁から公開されており、それらには国際出願番号が付与される。また日本の出願番号が西暦+”5”で始まる番号で付与されているため、比較的容易に識別することができる。ただし、PCT ルート出願では翻訳文の提出には出願から 30 ヶ月の猶予期間が設定されており、また WIPO から到着した情報が特許庁から公開されるまでにも不定期間のタイムラグが存在するため、出願されてから公開されるまでには通常の国内出願よりも 1 年以上の遅延があることに留意する必要がある。

パリルートによる国際出願（日本人による外国への出願）は、日本での第一国出願を基礎として国際優先権主張を伴って外国に出願される。日本の特許データのみからは、外国に出願されたかどうかを直接知ることはできないが、整理標準化 SGML データに含まれる「審査受付タイプ中間コード」の A841、A843 を見ることによって、パリルート出願時に必要とされる“優先権証明書”の請求の有無を知ることができる。

図 2.3-9 は、上述のような方法論に従って PCT ルートとパリルートの国際出願を集計したものである。ただし、上述したタイムラグにより、2001 年以降の PCT 出願の把握は不完全であることに留意されたい。全分野で見ると PCT ルートよりもパリルートによる国際出願が多いが、最近は PCT ルートが急速に増加している。また、分野別に見ると、医薬食品分野で極端に PCT ルートの利用が多くなっており、他の分野とは大きく異なっている。なお、この方法によって把握できた国際出願は、PCT ルートでは 1978 年以降、パリルートでは 1990 年以降に限定されている。PCT ルートについては条約が発効したのが 1978 年であるからほぼカバーされているが、パリルート出願については 1990 年以前にも行われており、整理標準化 SGML データの「審査受付タイプ中間コード」A841、A843 では過去にさかのぼっての完全な把握は難しいようである。また、例外的に、我が国と優先権情報を電子データで交換している欧州特許庁の出願については、最先の出願の出願番号を特定すれば証明書を提出する必要はない。これらの点をどのようにカバーするのかについては、今後の大きな検討課題である。

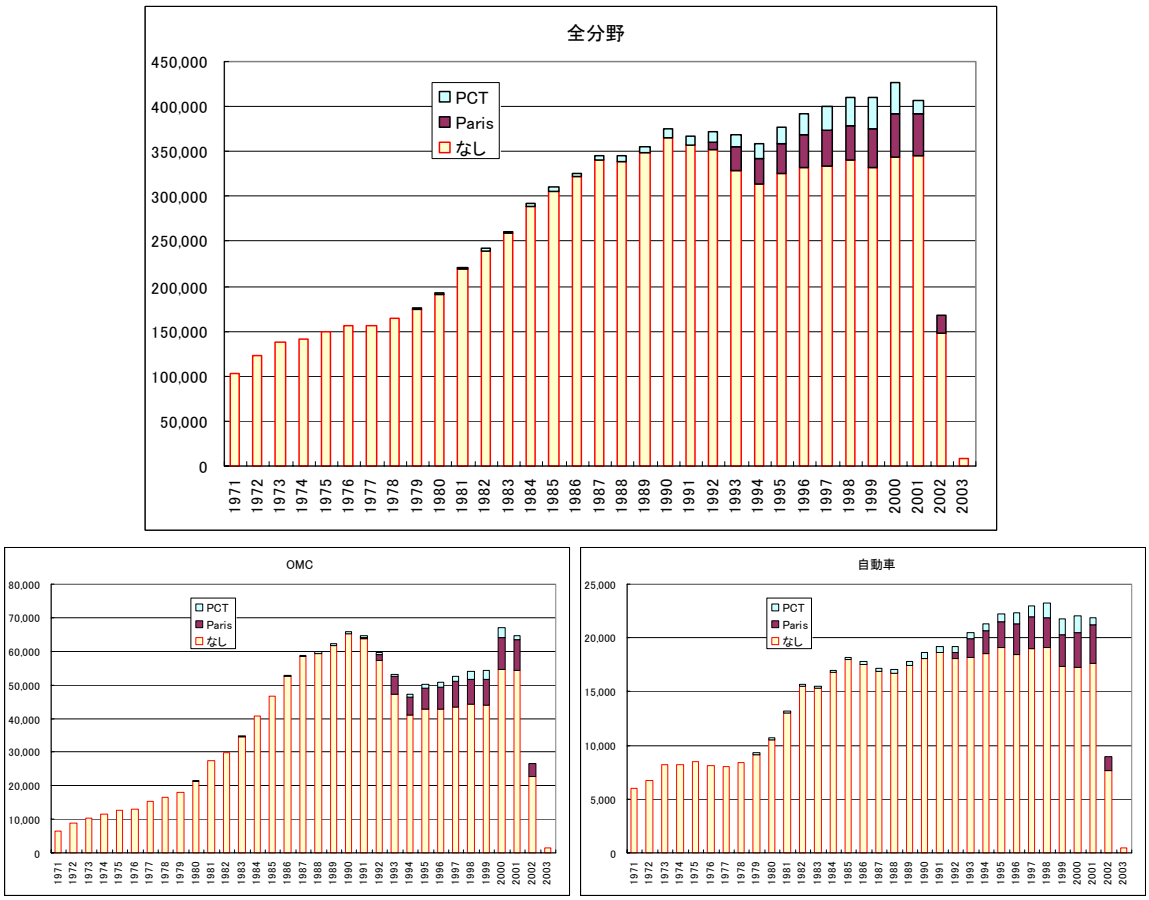


図 2.3-9　PCT ルートとパリルートによる国際出願
上段：全分野、中段：医薬食品（左）、機械（右）、下段：自動車（左）、OMC（右）

1.3.3.引用データについて

ビブリオメトリクスの分野では、文献間の引用（被引用）強度は、文献の“重要度”あるいは“インパクト”を示す指標として頻繁に利用されている。日本の特許データについても、前述のようにサイエンスリンケージ（発明者あるいは出願人による学術文献の後方引用＝先行学術文献の引用）、発明者 BC（発明者あるいは出願人による特許文献の後方引用＝先行特許文献の引用）、発明者 FC（発明者あるいは出願人による当該特許の前方引用＝被引用）、審査官 BC（審査官による特許文献の後方引用＝先行特許文献の引用）、審査官 FC（審査官による当該特許の前方引用＝被引用）など、様々なデータを分析することが可能になりつつある。

図 2.3-10 は、発明者と審査官による各種の引用強度をペアで取り出して散布図としたものである（1992 年に出願された特許のみについて、各ペアの指標いずれもが 1 以上もののみを抽出して散布図とした）。ほとんどの指標間には有意な単相関は見られないが、サイエンスリンケージと発明者 BC のみ、何らかの関係が存在することが示唆される。これらの指標の詳細については別稿を参照されたい（鈴木・後藤、2006）。

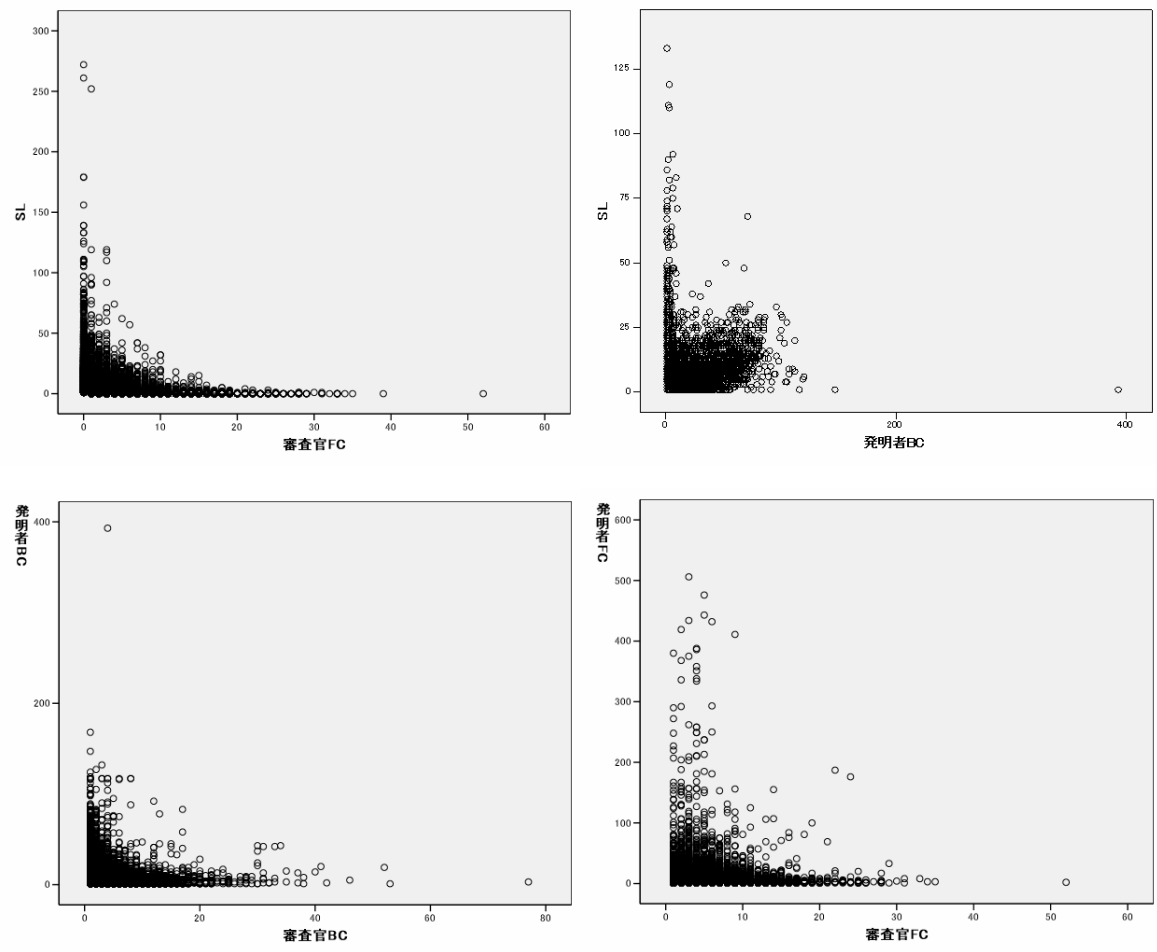


図 2.3-10 サイエンスリンケージ×審査官 FC(上左)、サイエンスリンケージ×発明者 BC(上右)
発明者 BC×審査官 BC(下左)、発明者 FC×審査官 FC(下右)の散布図

1.4.最近の特許データを巡る論議

パテントメトリクスにおける大きな課題の一つは、1.1 節で述べたように、個別の“特許の価値”が非常に偏った分布をもっているという点である。これは、学術論文のビブリオメトリクスにおいても常に問題となる点であるが、学術論文の多くが何らかの査読プロセスを経て刊行されるのに対して、出願された特許はなんらの査読を経ることなく全て公開されるため、特に出願特許に関するデータには注意が必要である。このような観点から、個別特許の質を示す指標を開発しようとする試みが多く行われてきた。

従来の研究において、特許の質を示す代表的な指標とされてきたのは、前節で紹介した特許の被引用数である(Carpenter et al., 1981、Albert et al., 1991、Harhoff et al., 1999 などを参照)。また、Harhoff らは、被引用回数以外にも様々な指標を用いて、個別特許の重要度を説明しようとしている。例えば彼らは、発明者 FC のみならず、発明者 BC も特許の質と相関があることを指摘した。さらに彼らは、サイエンスリンケージは医薬及び化学分野の特許では特許の質の有益な指標であるが、その他の分野では有益な指標にならないとしている(Harhoff et al., 2003)。一方、サイエンスリンケージは、必ずしも科学と技術の直接的なリンケージを表すものではないとして、その解釈に批判的な研究も報告されている(Meyer、2000)。

日本の特許データに関する予備的な分析結果は、Harhoff らの結論と同様に、発明者 FC や発明者 BC には、発明の重要度と正の相関があることを示唆している(鈴木・後藤、2006)。一方、サイエンスリンケージに関しては、Harhoff らの結論とは異なり、医薬食品分野でも電気電子分野でも、発明の重要度とは負の相関を有していることが示唆された。これらの結果については、さらにデータの蓄積や慎重な分析によって検証していく必要があるだろう。鈴木らは、発明の重要度の代理変数(被説明変数)として“権利維持期間”と“登録率”を用い、多くの説明変数との間の基本的な関係を調べた。この結果、

上述のようにある程度の傾向が明らかになりつつあるが、検討を進める過程で様々な問題やデータの限界も明らかとなり、十分に包括的かつロバストに解釈可能な結論を得るまでには至っていないのが現状である(表 2.3-1)。

残された課題としてはまず、発明の重要度の指標としての“権利維持期間”や“登録の有無”自体の位置付けが、必ずしも明確でないことがあげられる。これらの指標が、発明の重要度の何らかの側面を反映していることは間違いないと考えられるが、それ以外にも様々な因子がこれらの変数に影響を与えていることも確かであり、また発明の重要度がこれらの変数では説明できない重要な特質を有していることも確実であろう。さらに、鈴木らの回帰式の決定係数が必ずしも高くないというのが示しているのは、“権利維持期間”や“登録率”そのものが、今回用いた特許統計に基づく外形的指標ではあまり説明できないという事実である。

表 2.3-2 特許登録の有無を被説明変数とするプロビット回帰分析の結果

	model 3-1				model 3-2				model 3-3				model 3-4		
被説明変数:	登録有無				登録有無				登録有無				登録有無		
	1991,1992年出願特許				1991,1992年出願特許				1991,1992年出願特許				1991,1992年出願特許		
	セクション	医薬食品			セクション	化学			セクション	機械			セクション	金属	
	有効数	16,558			有効数	61,581			有効数	84,975			有効数	19,054	
	欠損値	1			欠損値	2			欠損値	6			欠損値	2	
カイ 2 乗検定	有意確率	0			有意確率	0			有意確率	0			有意確率	0	
パラメータ	推定値	Z			推定値	Z			推定値	Z			推定値	Z	
審請まで	−0.0002	−15.2	**		−0.0002	−22.9	**		−0.0001	−16.0	**		−0.0002	−13.2	**
発明者数	0.005	0.8			0.033	8.9	**		0.004	1.4			−0.035	−5.4	**
claims_r2	−0.009	−5.2	**		−0.002	−1.4			−0.006	−5.5	**		−0.010	−3.4	**
SL	−0.011	−7.0	**		−0.057	−14.5	**		−0.079	−9.0	**		−0.018	−1.0	
発明者BC	0.182	30.3	**		0.054	37.4	**		0.063	32.5	**		0.286	39.1	**
発明者FC	0.042	7.1	**		−0.001	−1.2			0.003	2.9	**		−0.0003	−0.1	
審査官BC	0.013	1.3			0.041	10.6	**		0.009	2.8	**		0.035	4.3	**
審査官FC	−0.091	−16.2	**		−0.037	−15.4	**		−0.069	−26.5	**		−0.114	−19.2	**
補正	0.158	24.8	**		0.185	49.6	**		0.105	36.4	**		0.174	25.3	**
d_foreign	−0.081	−2.4	*		−0.082	−3.8	**		−0.092	−4.4	**		−0.183	−3.8	**
d_kojin	−0.331	−7.6	**		−0.212	−7.2	**		−0.212	−9.1	**		−0.259	−5.2	**
d_kan	0.276	2.0	*		0.190	2.6	*		0.211	2.7	**		0.000	0.0	
d_Paris	−0.218	−2.3	*		0.225	4.4	**		0.124	3.1	**		−0.011	−0.1	
d_PCT	−0.443	−3.3	**		−0.337	−4.4	**		−0.087	−1.1			0.067	0.4	
d1992	−0.219	−10.1	**		−0.102	−9.2	**		−0.075	−8.4	**		−0.037	−1.8	
定数項	0.611	17.4	**		0.433	24.1	**		0.343	24.6	**		0.478	15.4	**

	model 3-5				model 3-6				model 3-7				model 3-8		
被説明変数:	登録有無				登録有無				登録有無				登録有無		
	1991,1992年出願特許				1991,1992年出願特許				1991,1992年出願特許				1991,1992年出願特許		
	セクション	自動車			セクション	繊維			セクション	電気電子			セクション	OMC	
	有効数	20,832			有効数	13,081			有効数	117,723			有効数	53,732	
	欠損値	3			欠損値	13			欠損値	16			欠損値	5	
カイ 2 乗検定	有意確率	0			有意確率	0			有意確率	0			有意確率	0	
パラメータ	推定値	Z			推定値	Z			推定値	Z			推定値	Z	
審請まで	−0.0001	−10.9	**		−0.0002	−14.6	**		−0.0002	−40.2	**		−0.0002	−21.4	**
発明者数	−0.052	−7.6	**		0.013	1.6			0.005	2.0	*		−0.025	−6.6	**
claims_r2	−0.013	−4.7	**		−0.012	−3.8	**		0.040	39.7	**		0.025	17.6	**
SL	0.036	0.8			0.007	0.2			−0.010	−1.9			−0.018	−2.7	**
発明者BC	0.426	40.2	**		0.091	18.6	**		0.072	29.6	**		0.158	48.9	**
発明者FC	0.005	0.9			0.003	0.7			0.010	4.9	**		−0.012	−6.2	**
審査官BC	0.023	3.2	**		0.025	3.5	**		0.024	9.8	**		0.019	5.3	**
審査官FC	−0.047	−7.6	**		−0.024	−4.0	**		0.023	10.7	**		−0.049	−16.6	**
補正	0.179	28.0	**		0.140	18.9	**		0.066	27.6	**		0.136	38.3	**
d_foreign	−0.118	−2.6	**		−0.008	−0.1			−0.023	−1.4			0.042	1.6	
d_kojin	−0.493	−9.0	**		−0.154	−3.1	**		−0.013	−0.4			−0.366	−5.1	**
d_kan	0.553	3.3	**		0.663	1.6			0.007	0.1			−0.619	−5.7	**
d_Paris	−0.039	−0.6			0.066	0.6			0.021	0.8			0.252	6.7	**
d_PCT	−0.173	−1.0			−0.047	−0.3			−0.003	0.0			−0.393	−4.3	**
d1992	−0.119	−6.1	**		−0.182	−7.7	**		−0.004	−0.5			−0.096	−8.3	**
定数項	0.350	10.6	**		0.511	14.4	**		0.131	10.0	**		0.137	6.9	**

PROBIT モデル: PROBIT(p) = 定数項 + BX

現在利用可能なデータの限界としては、「サイエンスリンケージ」や「発明者 BC」のデータ蓄積期間が短く、他の指標との関係を十分に調べることができない。また、特に、パリルートの国際出願の把握がどこまでできているのかが不明確である。これは、グローバルな権利取得を目指すという重要な特徴が、データとして十分に把握できていない可能性を示唆している。今後は、三極特許データのパテントファミリー情報なども活用して、国際的な権利取得の意味を再検討するべきであろう。

個別の“特許の価値”については、政府の審議会ベースでも検討が行われている。経済産業省は 2003 年 3 月に、「知的財産の取得・管理指針」を公表した。これは、従来の知的財産管理を超えて、企業経営者の事業戦略や研究開発戦略の立案・遂行において、知的財産を重視する行動を促進するために策定されたものである。この指針では、投資家が知的財産に関して求めている情報開示に応えていくため、「中核技術と事業モデル」や「研究開発セグメントと事業戦略の方向性」のように、知的財産と事業全体との関係を示すような項目を含めている。また、特許や技術は市場が確立しているとは言えず価値評価が難しいため、あくまでも定性的な開示を中心にする一方、開示情報にはその裏付けとなるデータを付与することが望ましいとしている。

さらに、個別の“特許の価値”は、企業買収・合併、あるいは融資案件等においても、重要な興味の対象となりつつある。これらのニーズに応えるために、米国の CHI 社や PLX 社(PLX Systems Incorporated)、PLX 社の日本法人を元に 2005 年に日本で設立された SBI Intechstra 社、IPB 社などが事業を展開している。これらの民間企業は、知的資産マネジメントのプロセス構築を支援するために、特許の定性的分析に加え独自に開発した特許の定量的価値評価ツールを用いて、知的財産を客観的に評価分析するサービスの提供を行っている。

今後のパテントメトリクスは、各技術分野固有の特性を考慮するとともに、制度変更の影響を補正するような指標を開発し、また出願や登録などの単なる件数情報のみならず上述のような“価値”に関する情報を重み付けに利用して、より意味のある総合指標を利用するような方向へと展開していくことが期待される。

以上

■参考文献

- 科学技術指標プロジェクトチーム編、NISTEP Report 73“科学技術指標－日本の科学技術の体系的分析－(平成 16 年版)”2004 年 4 月、文部科学省 科学技術政策研究所
- 科学技術政策研究所、“科学技術研究のアウトプットの定量的及び定性的評価”、NISTEP Report No.88、2005 年
- 経済産業省、“知的財産戦略指標の策定に向けた中間整理”、産業構造審議会;知的財産政策部会;経営・情報開示小委員会、2004 年 6 月
- 後藤晃、永田晃也、“イノベーションの専有可能性と技術機会: サーベイデータによる日米比較研究”、NISTEP Report 48 (1997)
- 後藤晃、元橋一之「特許データベースの開発とイノベーション」、財団法人知的財産研究所、2005 年
- 鈴木潤・後藤晃、“特許統計から見た“価値の高い発明”の特性の解明(2)“、特許データを用いた技術革新に関する研究(2)報告書、特許庁、2006 年(印刷中)
- 玉田俊平太、児玉文雄、玄場公規「重点 4 分野におけるサイエンスリンケージの計測(上)サイエンスリンケージ--その意義と計測法」情報管理. 47(6)、p393-400(2004)
- 玉田俊平太、児玉文雄、玄場公規、「重点 4 分野におけるサイエンスリンケージの計測(下)そのインプリケーションと限界」情報管理. 47(7)、p455-462(2004)
- 富澤宏之、“特許解析で見る技術開発動向－引用分析を中心として－”、CICSJ Bulletin Vol.16, No.6, November 1998

- Albert MB, Avery D, Narin F, McAllister P.. Direct validation of citation counts as indicatours of industrially important patents, Research Policy 20: p251-259, 1991
- Carpenter, M.P, Narin F and Woolf P. ,Citation Rates to Technologically Important Patents, World Patent Information, p 160-163, 1981.
- Dietmar Harhoff, F M.Schererc, Katrin Vopel, Citations, familysize, opposition and the value of patent rights, Research Policy, 32, p1343-1363,2003
- Dietmar Harhoff, Francis Narin, F M Scherer, Katrin Vopel, Citation frequency and the value of patented inventions, The Review of Economics and Statistics. 81, 3, p 511, 1999
- GRUPP H. (1990), "Technometrics as a Missing Link in Science and Technology Indicators" in Sigurdson J.(ed.), Measuring the Dynamics of Technological Change, London, New York, pp. 57-76.
- Hall, B. H., A. B. Jaffe, and M. Tratjenberg (2001). "The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools." NBER Working Paper 8498
- Jaffe, Adam B. and Trajtenberg, Manuel、"Patents, Citations, and Innovations : A Window on the Knowledge Economy"Mit Press, 2002
- KLINE S.J. and ROSENBERG N. (1986), "An Overview of Innovation" in The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth, The National Academy Press, Washington D.C.
- Martin Mayer, Does science push technology? Patents citing scientific literature, Research Policy, 29,2000,p409-434
- OCDE /GD (1994)114、USING PATENT DATA AS SCIENCE AND TECHNOLOGY INDICATORS -PATENT MANUEL 1994-
- SCHANKERMAN M. and PAKES A. (1986), "Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries during the Post-1950 Period", Economic Journal, Vol.96, pp. 1077-1083.
- SCHERER M. (1992), "Research on Patents and the Economy : The State of the Art", Contribution to the 1st EPO-IFO Workshop "Results and Methods of Economic Patent Research with Respect to the European System", Munich.
- SCHMOCH U., HINZE S. and KIRSCH N. (1992), Analysis of the Dynamic Relationship between Technical and Economic Performances in Information and Telecommunications Sectors, Vol. 2: Company and Case Studies, Report to the EC Commission, Karlsruhe.

執筆：鈴木潤（芝浦工業大学大学院工学マネジメント科教授）

1. 調査研究の詳細

1.2. 調査とメトリックス

1.2.4. マクロ・エコノメトリックス

東京大学 名誉教授
(財)政策科学研究所 理事
平澤 冷

青山学院大学法学部
教授 菊池 純一

芝浦工業大学大学院工学マネジメント科
教授 鈴木 潤

大学評価・学位授与機構
助教授 林 隆之

(財)政策科学研究所
田原 敬一郎、川島 啓

アウトカムは、ダイナミック(動態的)な価値の表現形態の一つである。特に、研究開発という活動によって創造された知財のアウトカムは従来の二分法(物権、債権の市場競争取引に基づく論法)では評価できない。その知財の価値を数量化するにはどのようなロジックが必要なのか。アウトカムに関して、マクロ・エコノメトリックスにおける方法論的な工夫についてまとめてみる。

■1.アウトカム価値に関する基本的枠組のレビュー

1.1.インカム・ロジックの限界

経済価値をどの範囲から定義するのかという課題が、まさに、アウトカムの基本なのである。市場競争取引の中で確認された投入と産出の差額が余剰、つまり、所得となる。これをインカム・ロジックと考える。投入(インプット)の市場競争と産出(アウトプット)の市場競争が有効に連動しているとすれば、適正な所得(インカム)が、たとえ、それがゼロであったとしても、成立していると考えるのである。

20 世紀における資本主義においては、実物資本と金融資本の二分法に基づく価値の体系が構築されてきた。かつ、その資本の取引者として供給側と需要側という経済構成要員を認知してきた。であるとすれば、実物(リアル・アセット)の市場競争における供給側(サプライサイド)と需要側(ディマンドサイド)のそれぞれに、適正な所得が発生する。同様に、金融(ファイナンシャル・アセット)の市場競争においても同様なことが成立する。

しかし、20 世紀の後半、このインカム・ロジックには脆弱な側面があることが指摘された。それは、三点に要約される。つまり、1) 外部経済の存在によって発生する価値の再分配が有効に作動しないという問題である。特に、大きな社会問題、例

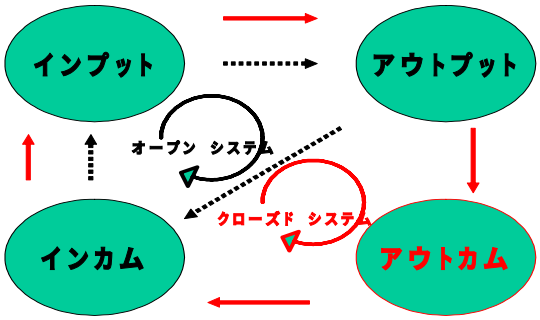
えば、環境汚染や薬害被害等から生じたマイナス価値（外部不経済）をどのように負担分担するのかを決めるには市場競争が失敗する危険性があるという指摘である。

次の視点は、2) 生産可能集合が頻繁に拡大（変動）するような社会においては、複数の市場間の連携が有効に作動しえないため、たとえ、将来取引の先物市場が用意されていたとしても、市場競争は脆弱なものとなるという指摘である。金融の生産活動は、「信用創造」を社会の中でモジュール化することから成り立っている。その対価として、「利子という価値の配分」を行う。他方、実物の生産活動は、「生産可能性集合」を社会の中でモジュール化することによって、「実物の所有権移転（または、使用許諾）」の対価として、価値の配分を行う。この二分法に基づく価値交換のシステムに限界が生じているという指摘である。

第三の基軸は知的財産の登場にその原因がある。3) 情報社会が進展するに従って、知的財産という実物でもない金融でもない存在が価値創造の過程の中で明確に区分されるようになった。資本取引のルールが変更されたのである。これによって、市場競争に基づくインカム・ロジックに内在していた脆弱性が露呈した。まず、法体系によって構成要件を指定された知的財産権と商取引上の慣行によって行われる裁定行為との間に乖離があるため、安定した価値評価（あるいは、競争ルールに基づく相場観）が形成されないという問題に直面する。仮に、知的財産権を核にする複合商品（つまり、財のプロダクトミックス）を、知財（インテレクチュアル・アセット）と定義する。そして、その知財の取引状況を経済取引のフロー勘定とストック勘定の上に会計ルールを変更して記録する。しかし、知財は実物の生産可能性集合を変化させる。そして、同時に、金融の信用創造モジュールも変化させてしまう。知財はこのような影響力を持っている。つまり、保有ルール（プロパティルール）に基づく価値創造と債務ルール（ライアビリティルール）に基づく価値創造の両面にまたがるのである。それゆえ、従来の市場競争に基づくインカム・ロジックは、このような知財の影響力を評価しえないだろうという指摘である。

1.2.アウトカム・システムの扱い方

アウトカム・システムはマクロ・エコノメトリックスの中で、明示的には扱われてこなかった。しかし、その原モデルは、シュムペーターの「創造的破壊」がもたらす社会システムとして、さらに、レオンチェフの「一般的相互依存性」がもたらす経済システムという構想の中で、重視されてきた。しかし、アウトカムを直接に数量化し、あるいは、指数化するという方法は採用されなかった。つまり、間接的推計にとどまっていたのである。



J. Kikuchi (2006. 1. 22)

図 2.4-1 アウトカム・システムの価値循環

マクロ・エコノメトリックスが主に扱う範囲は、インカム・ロジックに基づく、いわゆる、「オープン・システム（開放体系）」の数量化であり、シュムペーターやレオンチェフの系譜が受け継いできた、動態的な「クローズド・システム（閉鎖体系）」ではなかった。ケインズ流のマクロ経済モデルに限らず、多部門一般均衡モデルという体系、さらには、CGE モデルにおいても、その骨格はインカム・ロジックにとどまっている。

■2.マクロ経済理論から見たアウトカム勘定体系[1]

何をもってして、アウトカムとするのかという定義範囲の問題はある。この点の詳細については別章の論述にゆずるとして、前述した「知財」という複合財が取引されるとすれば、時間軸を規定することによって、「フロー勘定」と「ストック勘定」を導入することが許されるはずである。「知財」のフロー勘定上の表現として、「情報財」という概念を持ち込むかどうかは別問題として、ストック勘定においては、「知的資産」という定義範囲が成り立つであろう。

また、経済価値は、「取引」という「関係する主体間の交換（譲渡、使用許諾）」という活動を介して積層されていくのであるとすれば、主体間の相互連携が作り出す「相互依存関係」に区分線をいれる、いわゆる、境界軸（一般的には、法的保護要件に指定された境界、技術的かつ組織的な範囲）が存在するであろうから、積層された経済価値はインカム・ロジックに基づいて、その境界の内部に配分されることになる。

しかし、前述したように、インカム・ロジックには限界がある。「時間軸」の変更、あるいは、「境界軸」の変化に応じて、つまり、経済価値の配分に参画する「複合財」の種類が変更され、それに参画する「主体の境界」が改変されるであろうから、そのような変化を包摂した価値が発生する。これがアウトカムである。

シュムペーターは、このアウトカムを「イノベーション」という枠組みの中で扱った。そして、レオンチェフは、「乗数的波及効果、あるいは、経済的インパクト」という枠組みの中で扱ったのである。

2.1.アウトカムのフロー勘定

アウトプットからインプットを差し引いたものが、「インカム」である。任意の取引主体ＡとＢがいる場合、Ａにとって他者であるＢの「インカム」は、「アウトカム」を構成する。同様に、逆も成り立つ。したがって、マクロ的経済価値のスキームからすれば、「インカム」を合算すれば良いことになり、アウトカムの概念が入り込む余地は消える。しかし、インカム・ロジックに何らかの不都合が生じるとすれば、「アウトカム」は消えずに残ることになる。これがアウトカム・ロジックに基づく「価値の基本式」である。

一般に、「アウトプット」は、生産物・サービスを競争市場へ提供することによって記録される。例えば、会社の売上額というような形態で記録される。「インプット」は、経営資源・サービスを競争市場から購入することによって記録される。例えば、会社が電気ガス水道代を支払い、材料や部品などを購入することによって、その市場価額を記録することになる。「インカム」は、「アウトプット」と「インプット」の差額である。この差額を労働、資本、土地、租税等への支払にあて、何らかの余剰を留保することになる。マクロ的にはこれを付加価値と称する。この「インカム」と「インプット」との関係において、境界軸内部、例えば、会社組織内部の取引による価値裁定行為が行われることがある。これを内部市場による調整というが、いずれにせよ、インカム・ロジックに基づく価値形成は、市場競争均衡モデルの範囲において数量化され決定される。

[1] J. Kikuchi, "Outcome Management of Intellectual Assets", International Journal of Intellectual Property, Law,Economy and Management 1 (2005) 47-51。

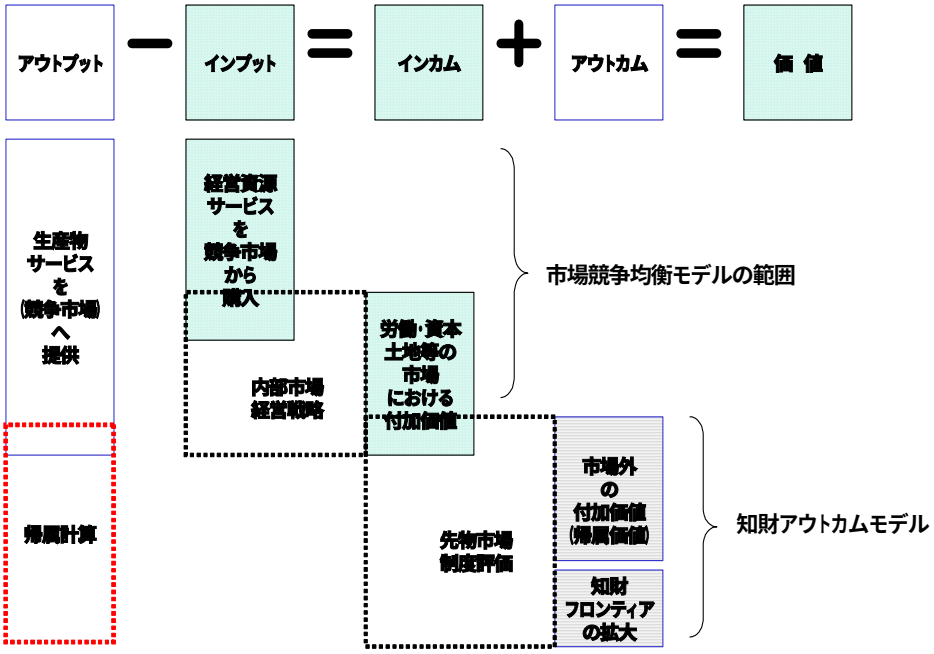


図 2.4-2 価値理論の図式から見たアウトカム［フロー勘定体系］

アウトカム・ロジックに基づく価値形成には、知財アウトカムモデルと称すべき体系を導入する必要がある。つまり、「市場外で発生する付加価値」及び「知財フロンティア（知財の可能性集合の限界）の拡大分」を数量化して記録する必要がある。むろん、市場競争に基づく価値形成に依存することによっても、例えば、先物市場も存在しているのであるから、アウトカムの一部を数量化することは可能である。しかし、その多くは、何らかの「制度的評価方式」に基づくことになる。「アウトプット」を競争市場の外部において犠牲的に購入するという、いわゆる、マクロ経済価値概念で使われる「帰属計算」を行うことによって、アウトカムの共有を容認しなければならない。あるいは、アウトカムを共有するルール（制度）を定める必要がある。なお、「帰属計算」について補足すると、社会的に見て「負のアウトカム」が大きい環境保全の分野ではその再取得費用に基づく帰属計算が行われている。また、内部市場における正のアウトカムが大きいと考えられる省エネの努力や金融利子等の分野においては特定のルールに基づいた帰属計算が定着している。

2.2.アウトカムのストック勘定

経済価値の時間的配分をどのように定めるのかによって、ストック勘定、例えば、貸借対照表の記録内容が変わってくる。かつ、経済価値の累積が行われるのか、あるいは、経済価値の減価・消耗（減損）が進行するのか否かという、価値の変質についてのルールをどのように定めるのかに依存して記録内容は変わる。

例えば、ストック勘定を構成するものを取得時の費用（取得原価）で記録するのであれば、現行の日本における会計ルールに基づく限り、「知財」の多くを研究開発活動から獲得しているのであれば、その研究費は毎年の損金として処理することが許され、ストック勘定に記録する「知財の価値」は「ゼロ円」（記録しないもの）であるということになる。

しかし、会計制度の変更がおこなわれ、ストック勘定を現在時点の価値（現在価値）として記録するというのであれば、それを評価して、かつ、簿外資産であった部分を改めて記録しなければならない。

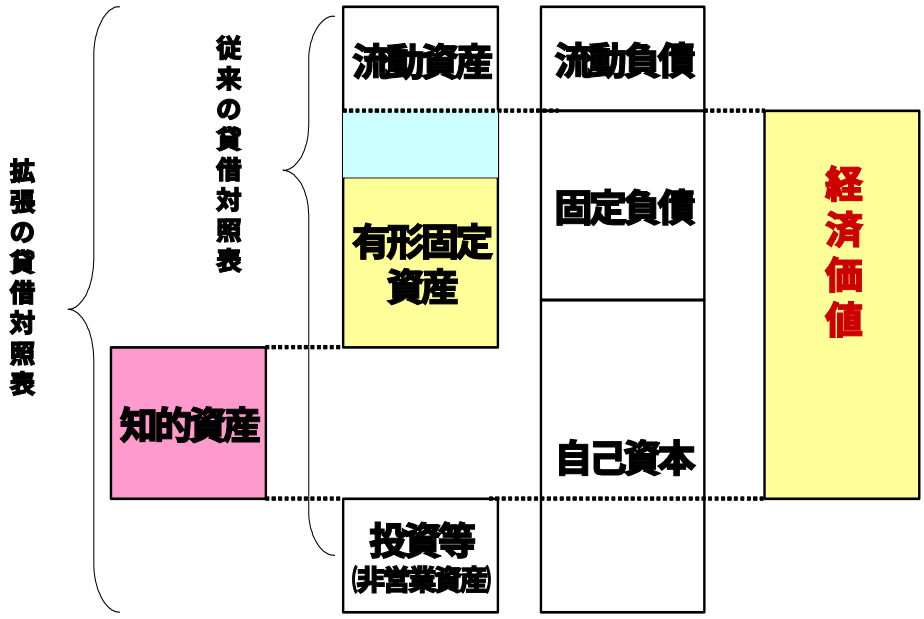


図 2.4-3 価値理論の図式から見たアウトカム [ストック勘定体系]

「知財の価値」を現在価値で評価するということは、インカム・ロジックではできない。アウトカム・ロジックに依存すべきなのであるが、それが困難な場合には、先物市場の調整原理を用いて、知財から受けるべき利益(マネーフロー)を累積してそれを一定の割引率で除した「現在割引価値(DCF)方式」を代用するケースが多い。むろん、試行的には価値変動性の高い金融商品の評価に用いられる「リアル・オプション方式」も用いられている。

しかし、大きな問題は、「知財の価値」、つまり、知的資産の価額が「経済価値」の総額を左右することになるという点である。別の言葉を借りれば、その評価の適正性を失えば、「会計上の粉飾」という謗りを受ける恐れがあるということになる。

アウトカム・ロジックを導入する主たる理由は、単に、「正のアウトカム」にとどまらず、「負のアウトカム」を評価することによって、最終的に、「適正なインカムの評価」を実現することである。つまり、アウトカム・ロジックに基づきインカムの適正な数量化を行うことが重要なのである。

■3.アウトカム・ロジックと経済的乗数効果

3.1.アウトカム乗数

外部から与えられた価値創造のショック(衝撃)に対して、経済社会システムの中で実現するアウトカム乗数[B]は、単純化すると以下のようになる。

$B=[I-A]^{-1} = I+A+AA+AAA+\cdots$

I;単位行列、A;乗数係数:1>A>0

研究開発による知財は、イノベーション(β)をもたらすから、外部ショックの発生後、乗数係数 A は変動する。したがって、乗数係数 A(β)の変化動向(パターン)を推論することが必要になる。一般には、いくつかの前提条件を定めてシミュレーションすることによって、最尤推定値を得るための試算が行われる。

例えば、平面の材料投入を行って、そこから立体の構築物を建設するという活動によって経済価値の創造が行われる。その構築物のアウトカム[B]の一部(または全部)は、経済主体間で配分され各位のインカムとなる。石油パイプライン建設の

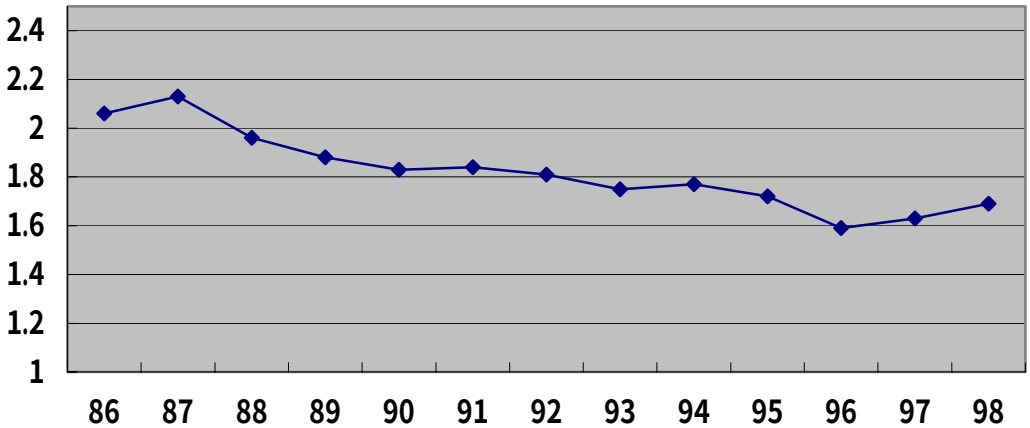
データを用いて試算したところその乗数係数 A は、0.66 となったという。価値創造のパターンをモジュール化するのは難しいが、2 次元のインプットから 3 次元のアウトプットが帰属計算される。その価値創造の 2/3 というパターンに基づいてアウトカムが積層される。このようなロジックをアウトカム乗数という。しかし、イノベーション(β)を伴う場合、この乗数係数 A を推論するのは難しいが、手持ちのデータによれば、IC 技術の場合、0.11 という可能性(極めて大きい乗数)も考えられる。今後、先端技術に関するデータ分析が進展することを期待する。

3.2.応用事例に関する解説とコメント

3.2.1.市場を介在した政府投資乗数効果(マクロ経済モデル)[2]

政府による資材調達(独立的需要の金額規模)を介して経済の需給バランスが図られ、その結果、国内総生産(GDP、付加価値ベースの裨益)が増加する。その増加率を乗数効果と称する。この政府投資乗数効果は、80 年代後半の 2.2 から逓減する。転換期の 96 年ごろには 1.6 程度に落ち込む。このような数量化を試算するには、経済システムの中で生じる波及プロセスを関数として再現し、かつ、その波及係数の累積値を収束計算する必要がある。

表2.4-1 政府投資乗数の経年的低下



3.2.2.知識ストックの乗数効果と TFP(生産関数モデル)[3]

原型は古典的なオイラー法則に基づくもので、投入された資本、労働、知財に対してインカムの再配分が行われる。その按分比率は生産関数(投入産出関数)の乗数係数になるという定理を用いて、アウトカムの総額を推論する。これを TFP アプローチという。しかし、一般的には、アウトカム・ロジックまで拡張されることはなく、インカム・ロジックに基づいた統計資料が用いられるため部分的推論にとどまっている。ただし、日米等の国際間のインカム(GDP)を合算することによって分析を進めることも行われている。

[2] 菊池純一、「経済統計の新しい展開 (1),(2),(3),(4),(5),(6)」、『統計情報』、Vol.54. No.2,3.4.5,6 2005。
[3] 佐藤隆・木崎徹、「知的財産とマクロ経済の生産性評価」、『アクティブレビュー』、3 号、平成 14 年。深尾京司他、「産業別生産性と経済成長:1970－98」、『経済分析』、平成 15 年。

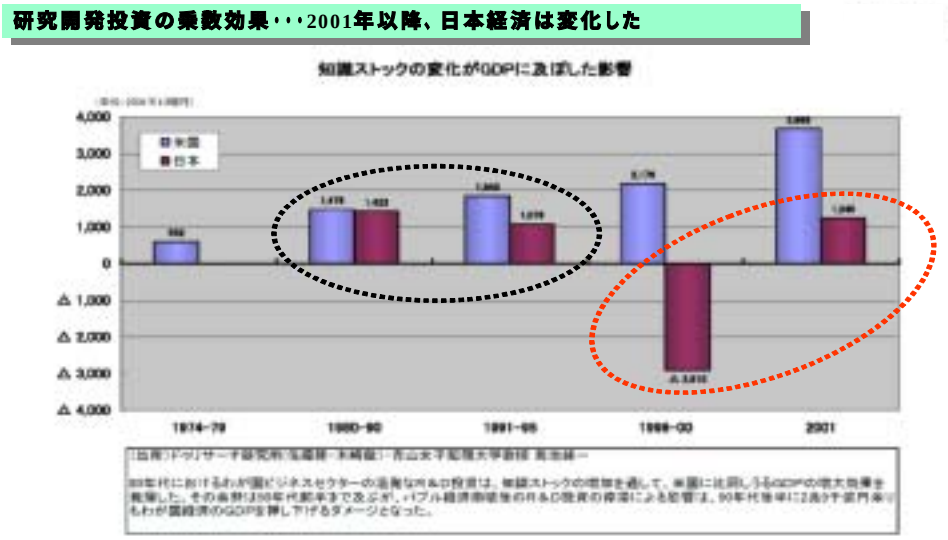
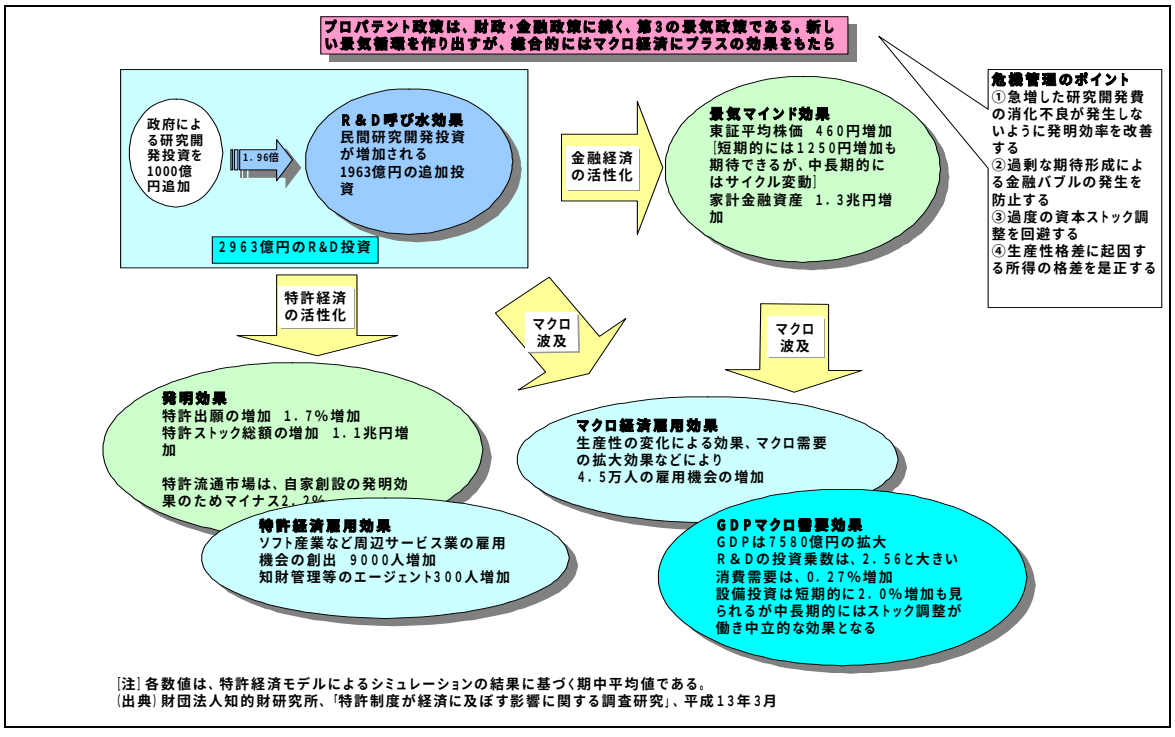


図 2.4-4 知識ストックの変化が GDP に及ぼした影響

3.2.3.研究開発政策のマクロ経済への裨益（マクロ経済モデル）[4]

研究開発から創造された複数の「知財」を類型化して、それぞれの知財が作り出すイノベーション経路を推論した上で、マクロ経済モデルのスキームに乗せ、アウトカムをシミュレーションするという方法である。しかし、イノベーションによる乗数係数Ａの変化が時差をもって内蔵されるため、経済価値の変動が増幅され不安定な拡張経路をたどるケースも報告されている。



［注］各数値は、特許経済モデルによるシミュレーションの結果に基づく期中平均値である。
［出典］財団法人知的財研究所、「特許制度が経済に及ぼす影響に関する調査研究」、平成１３年３月

図 2.4-5 研究開発政策のマクロ経済への裨益

例えば、知財を構成する「特許」は、その創造と利用と蓄積と再編成という一連のプロセスを通じて、実物経済や金融経済の諸変数に影響を与える。そして、明らかに、「景気循環の新しいパターン」を作り出す原因となる。雇用機会に与える影

[4] 菊池純一、「特許と経済の接点を切り拓くための特許経済モデル」、特技懇 No.217、平成 13 年。

響と GDP や株式市場に与える影響との間には、時間的なズレが観察される。また、特許実施価格の変動は、生産性の格差を介して、景気変動を作り出す要因として作用する。もし仮に、特許の制度的耐用年数が 20 年であったとしても、その前段には審査期間という待ち時間があり、また、その後半期においては、次世代の技術を生み出すための R&D 活動にそのアウトカムが影響される。さらには、特許の稼動期間においても、その期待収益（アウトカム）は数年をかたまりとして変動する。

3.2.4.地域経済･国際経済への裨益（産業連関モデル）[5]

アウトカムの拡大は、時間軸上の展開だけではなく、空間軸上、例えば、地域的な展開となる。その事例としては、道路整備計画による地域経済への裨益分析がある。例えば、全国道路計画方式と地域圏道路計画方式を比較した場合、そのアウトカムの発生に地域格差が生じるというものである。このような計算をおこなうためには、全国の各都道府県が作成している産業連関表を統括し、そのように重層化された日本経済システムのモデルから乗数効果を推論する。

類似した分析は、国際間においても行われている。アジア各国と日本の特許ライセンス収支から生じるアウトカム分析においては、アセアン国際産業連関統計（10 地域；インドネシア，マレーシア，フィリピン，シンガポール，タイ，中国，台湾，韓国，日本，及び米国を含む）が用いられ、国際間の裨益配分の計量分析が行われている。例えば、実物生産をアジア地域に移動させる、つまり、日本の製造業を空洞化させることにより、日本から米国への特許ライセンス支出が減り、アジアから日本への特許ライセンス収入が増える。結果、ライセンス収支は黒字となる。というような国際的資源移動から生じるアウトカムの変動を推論する裨益分析が行われている。

道路網整備計画が地域経済へもたらす裨益の推計　　出所:MEREIM(電力経済社会研究所、山野)

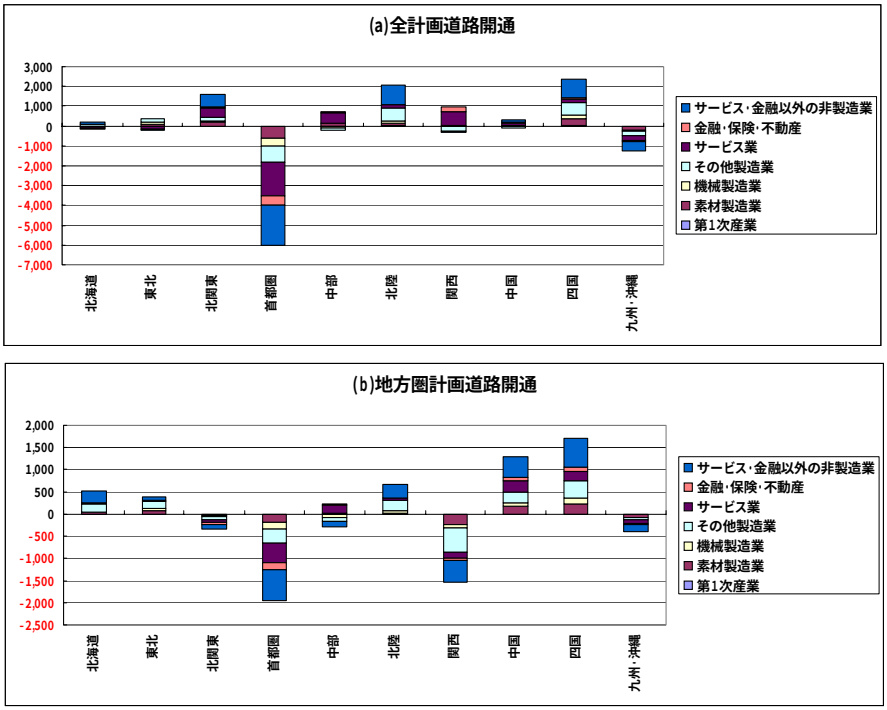


図 2.4-6 道路網整備計画が地域経済へもたらす裨益の推計

[5] 菅幹雄、「特許ライセンス収支の国際産業連関分析」、東京国際大学ディスカッションペーパー、2006。

■4.まとめに代えて

従来のマクロ・エコノメトリックスにおいては、間接的なアプローチが行われてきた。経済を記録する多くの統計資料がインカム・ロジックに基づいていたため、間接的にアウトカムを推計してきたのである。

その方向を転換させて、アウトカム・ロジックに基づいて、アウトカムを直接的に数量化するためには、少なくとも、アウトカム乗数（価値乗数）のパターン分析を踏まえた上で、価値創造のモジュール化を進める必要がある。その場合、イノベーションの選択肢（可能性の確率に基づく選択肢）が作り出す、アウトカム・システムを構図しなければならない。特に、研究開発のロードマップ上に展開される種々のアウトカム・システムを順次編成することが要求される。その作業は、単なるシナリオ分析、あるいは、専門家による成果評価の範囲を越えることになる。

仮に、アウトカム価値が時間軸（T）と範囲軸（B）によって構成されるとすれば、その平面に描かれる個別のアウトカム・システムは、例え話として、都市計画のようなものとなる。つまり、イノベーションに関するアーキテクチャーが必要になる。この点に関してみれば、マクロ・エコノメトリックスにおいて採用されている種々のモデルは、不完全ながらも、アウトカムに関する「町づくり」の努力をしているといえる。

■参考文献

- 菅幹雄、「特許ライセンス収支の国際産業連関分析」、東京国際大学ディスカッションペーパー、2006。
- 菊池純一、「経済統計の新しい展開　(1),(2),(3),(4),(5),(6)」、『統計情報』、Vol.54. No.2,3.4.5,6 2005。
- 菊池純一、「特許と経済の接点を切り拓くための特許経済モデル」、特技懇 No.217、平成 13 年。
- 佐藤隆・木崎徹、「知的財産とマクロ経済の生産性評価」、『アクティブレビュー』、3 号、平成 14 年。深尾京司他、「産業別生産性と経済成長：1970－98」、『経済分析』、平成 15 年。
- J. Kikuchi, "Outcome Management of Intellectual Assets", International Journal of Intellectual Property, Law,Economy and Management 1 (2005) 47-51。

執筆：菊池純一（青山学院大学法学部教授）

1. 調査研究の詳細
1.2. 調査とメトリックス

1.2.5. ミクロ・エコノメトリックス

東京大学 名誉教授
(財)政策科学研究所 理事
平澤 冷

青山学院大学法学部
教授 菊池 純一

芝浦工業大学大学院工学マネジメント科
教授 鈴木 潤

大学評価・学位授与機構
助教授 林 隆之

(財)政策科学研究所
田原 敬一郎、川島 啓

■ 1.費用分析(CA: Cost Analysis)

1.1.費用対効果分析の概要

プロジェクトのパフォーマンスを比較する際に成果に関する定量的なデータが得られない場合、あるいは、ソフトウェア開発などのように申請されたプロジェクトの成果のスペックの詳細が不明な場合、そのプロジェクトのパフォーマンスを評価するには費用構成面を見ていくことである程度の妥当性を担保するしかない。

プロジェクトとは我々の活動、すなわち営為に基づく様々なタスク(研究開発に関連した活動項目)の積み上げで構成されるため、活動に伴って発生する各種費用を比較分析することで少なくとも活動基準あたりの費用については評価することができ、また、そのように評価された費用の構成についてもプロジェクトの目的・目標と照らし合わせた場合には何かしらのインプリケーションが期待できる。対象となるプロジェクトの実行予算として、なぜそのような費用構成になるのか(なったのか)、なぜそれだけ掛かるのか(掛かったのか)という点が明らかになるだけでも、公的資金を投入するに当たっての重要な判断材料となる。

事前段階においては、費用は研究開発活動における見積額として申請時に入手可能である。各公募主体によって申請フォーマットは異なるが、一般的な人件費、直接経費、間接経費の区分の他に、プロジェクト実施段階におけるサブテーマ(研究開発項目)毎の費用明細が用意されているべきである。

事後段階においては、様々な費目毎の支出額は確定しているものの、それらをプロジェクトの費用とは見なせないことに注意しなければならない。費用の確定においてもっとも重要なものは、直接的な経費ではなく労務費ならびに設備等、既存ストックの利用費などの間接経費である。これらは通常、あるプロジェクトの遂行のためにそのリソースのすべてが使用されたわけではなく、その一部が利用されたにすぎない。この目的別の使用状況に伴う費用の案分比率を「コスト・ドライバ

ー」と呼び、一般的には稼働時間や利用回数等の客観的指標を下に決定される。
制度評価などの場合には、制度全体のコスト構造がどのようになっているかについて、課題を対象にデータ分布（グループデータ）を見ることができ、グループデータから平均的なコスト・ドライバーを推計することができる。また、企業の研究開発に係わる費用分析では、研究開発支出の内訳に関する時系列データから回帰することで、対象期間中のコスト・ドライバーのトレンドが推計可能である。

また、コスト・ドライバーは管理会計に広く用いられる概念である。管理会計は財務会計と異なり、経営者や管理者などが自社内部での業績評価や経営状態の把握のため、または戦略立案や経営計画の策定、組織統制、価格決定などの各種意思決定を行う材料として、貨幣単位で表示した情報を作成するためのツールである。活動基準会計（ABC）や環境会計（EA）などがその代表例である。

研究開発主体の費用分析を行うには、時系列データによる推計か管理会計を用いてコスト・ドライバーを求めることになる。管理会計によるコスト・ドライバーの推計では、一時点の情報で分析が可能な反面、大型投資などの特殊要因の影響を受けやすい。また、時系列データによる推計ではトレンドを推計するために多くのデータサンプルを必要とするなど、データ入手性の問題が生じる可能性がある。制度評価のような複数の研究開発主体を扱う分析では、両者を組み合わせたパネル（時系列クロスセクション）分析も有効である。

1.2.活動基準会計（Activity-based costing；ABC）

活動基準会計（ABC）とは間接費の配賦に焦点をあて、部門ではなく活動（Activity）を単位とする管理会計手法である。従来の方法では、単純な想定にもとづき大きな括り（部門）で算定を行っていたが、ABC では、より複雑な尺度を使って配賦する。ABC の長所は正確な製品・サービスのコスト算定が可能になること、業務改善をコスト低減につなげることができることなどである。

ABC は当初、企業のコスト分析手法として利用されていたが、厳しい財政状況の中で行政サービスを効果的に実施するには、人材／予算という経営資源を効率よく配置することが重要になることから、官公庁／地方自治体への導入が進んでいる。行政サービスのコストは、事業予算のように特定のサービスと結びつけることができるコスト以外にも、人件費、システム費、光熱費など、特定のサービスと結びつけることができないコストが多く存在するため、サービスの総コストを把握することが困難になっている。ABC を導入することで、行政サービスの計量化やサービス・コストをより正確に把握できるようになり、業務効率の改善が期待されている。

ABC では以下のようなステップに従って、活動内容毎のコストを推計する。

1) 事業内容をさまざまな活動として分類する
事業を構成する諸活動を列挙し、リストアップする。
2) 活動毎に投入される要素を確定する
活動に投入される人員、設備、その他の資源等をリストアップする。
3) 投入要素別の配布基準の決定
人員であれば人時、設備であれば利用時間など、活動量を規定する配布基準を決定する。
4) コスト・ドライバーの推計
配布基準に従い、活動毎のコスト・ドライバー（配布比率）を推計する。コスト・ドライバーの推計には、何かしらのエビデンスが必要となる。人員であれば事後的にインタビューを行い、「○○の活動には 40%、△△の活動には 60%」といった配布比率を対象者全員に聞き取り調査する。
5) 活動基準コストの計算
投入要素全体のコストに対し、コスト・ドライバーを乗じることで、活動別のコストを計算する。

研究開発プロジェクト等への ABC の適用は業務効率の改善よりも、さまざまな研究開発活動の計量化に重点が置かれることになる。例えば大学教員が従事する研究開発においては、エフォート率を配布基準にコスト・ドライバーを推計し、研

究開発人件費を確定した後に、国立研究所や企業等における研究開発活動と比較可能なコスト指標を作成する、といった応用が考えられる。

■ 2.費用対効果分析（CEA: Cost Effectiveness Analysis）

2.1.費用対効果分析の概要

費用対効果分析とは、あるプロジェクトによってもたらされた物理的影響1単位を得るのにいくら費用が掛かったかを計測する手法である。評価結果は例えば「CO2 を 1 トン削減するためのコストは 1,000 円」という形で表される。社会全体の観点から捉えるならば、この当該プロジェクトの評価結果は CO2 削減技術に関する限界削減費用に相当する。

費用対効果分析は後述する費用対便益分析と根本的に異なる性格を有している。費用対便益分析がプロジェクト全体の費用便益比率＞1（あるいは NPV＞0）を満たせば投資効率があるプロジェクトとして投資決定の判断基準をもたらすのに対して、費用対効果分析はある特定の物理的効果を得るために他のプロジェクトと比較して経済性があるかどうかを判断するためのツールとして位置付けられている。プロジェクト間比較を前提として利用しなければ意味のない評価手法といえる。

例えば、CO2 抑制効果がある技術 A と B を考えてみよう（表 2.5-1）。技術 A は CO2 抑制効果が年間 100 トン見込める技術であり、技術 B は年間 50 トン抑制できるとする。それぞれの投資費用は 8 億円と 6 億円である。また、それぞれの耐用年数は 15 年、20 年である。割引率 3%で投資費用を 1 年あたりの費用に換算して費用対効果の金額を計算すると、技術 A の費用対効果は 670 円/kg-CO2、技術 B は 807 円/kg-CO2 となり、技術 A の法が CO2 を 1kg 削減するのに経済性が優れている技術ということになる。しかしながら、同様の計算を SOxで行うと、技術 A は 4,470 円/kg-SOx、技術 B は 2,020 円/kg-SOx となり、技術 B の方が優れていることになる。

表 2.5-1 費用対効果の計算例(1)

物理的影響	技術 A	技術 B
CO2 抑制効果	100 トン／年	50 トン／年
SOx 抑制効果	15 トン／年	40 トン／年
投資費用	8 億円	6 億円
耐用年数	15 年	20 年
費用対効果	670 円/kg-CO2	807 円/kg-CO2

費用対効果分析はこのように評価の対象とする効果によって、比較のランキングが異なる結果をもたらす場合がある。また、効果が金銭的な影響を含む場合、収入として費用から差し引く必要がある。表 2.5-2 ではそれぞれの技術導入によって重油消費量が削減できるケースを示している。重油価格を 60 円/リットルとして重油消費削減量を金額換算して年費用から控除すると、技術 A は 550 円/ kg-CO2、技術 B は 507 円/ kg-CO2 となり、技術 B の方がコスト・パフォーマンスとしては良くなる。

表 2.5-2 費用対効果の計算例(2)

物理的影響	技術 A	技術 B
CO2 抑制効果	100 トン／年	50 トン／年
重油削減量	2,000kl／年	5,000kl／年
投資費用	8 億円	6 億円
耐用年数	15 年	20 年
費用対効果	550 円/ kg-CO2	507 円/kg-CO2

費用対効果分析で重要なことは、どの効果に着目したパフォーマンスを重視して比較するかという効果の選択に係わる問題を含んでいることである。

2.2.費用対効果の計算方法

対策費用を計算するためには「設備投資費用」「年間運転経費」「機会費用削減便益」「使用年数」「割引率」というデータが必要である。計算方法には二通りあり、評価対象期間を通じて一定の効果が得られ、一定の費用が生じる場合には年換算法を、評価対象期間中、効果の計測が徐々に生じる場合や運転費用の変動があったり、機会費用削減便益の変動がある場合には割引現在価値法が使用される。

◆ 年換算法

年価値法で計算するときの費用は「1 年あたり費用」であり、「設備投資費用」と「年間運転経費」、「機会費用削減便益」から、次の換算式を用いて計算される。

$$C_A = \frac{r}{\left(1-(1+r)^{-n}\right)} \times C_I + C_O - C_B$$

CA:1 年あたり費用、CI:設備投資費用、CO:年間運転経費、CB:機会費用削減便益

r:割引率、 n:使用年数

費用対効果は、

$$CEA_A = \frac{E_A}{C_A}$$

EA:1 年あたりの効果(物理的影響)

◆ 現在価値法

現在価値法で計算する場合は、1 年目からn年目までに発生する費用要素と効果要素をすべて 1 年目の価値(＝現在価値)に換算する必要がある。費用の現在価値は次の式のとおりである。

$$C_P = \sum_{t=1}^{n} \frac{\left(C_I + C_O^t - C_B^t\right)}{(1+r)^t}$$

t:t 期を示す。

効果に付いても同様に、

$$E_P = \sum_{t=1}^{n} \frac{E^t}{(1+r)^t}$$

費用対効果は、

$$CEA_P = \frac{E_P}{C_P}$$

となる。

2.3.効果の集計化

費用対効果分析はプロジェクトの主たる物理的影響に対するパフォーマンスを比較するための手法であるため、他の効果を加味して比較することができない。この場合、物理的影響である効果に対して、何らかの価値ウェイトを用いて効果の固有単位を指標化し、複数の効果からなるインデックスを作成し、そのインデックスに対する費用対効果をみるという方法が考えられる。

効果の集計化で比較的良く利用されるのが多基準分析（MCA）と階層評価法（AHP）である。

◆ 多基準分析（MCA: Multi Criteria Analysis）

MCA はさまざまな効果（定性的な効果でも構わない）を代替案毎に比較し、優先順位を付けた上で、それぞれの効果項目に対して専門家による主観的なウェイト付け、集計化することによってプロジェクトの効果の総和（ランキング指標）を導く方法である。英国交通省（DT）で公共事業の評価手法として採用され、ガイドラインも出版されている。

◆ 階層評価法（AHP: Analytic Hierarchy Process）

AHP は複数の評価項目を一対比較することで評価項目間のウェイトを作成し、プロジェクトの効果の総和を導く方法である。AHP の優れた点は、評価項目に対して階層的な評価概念をサブセットとして設定できる点であり、主観的判断をより上位の評価項目として設定した後に、計測可能な効果に対して上位の評価項目からみたウェイトを計算することが可能である。プロジェクトの上位政策（プログラム、施策等）にウェイトの根拠となる政策目的・政策目標が設定されていれば異なる効果について一貫性を持って集計化することが可能である。

■ 3.費用対便益分析（CEA: Cost Benefit Analysis）

3.1.費用対便益分析の種類

費用対便益手法は、当初はアメリカ合衆国の水資源プロジェクトの選択に関連して開発された手法であり、現在もっとも多く使用されている経済性評価手法の一つである。この手法では、開発プロジェクトの実施に要する費用と、それから得られる便益を貨幣換算して対比・評価し、そのプロジェクトを実施することの望ましさを検討するものである。

表 2.5-3 費用対便益分析による開発プロジェクト評価の範囲

種類	費用対便益の範囲	評価尺度	必要な理論・データ
財務費用対便益分析 (Financial C/B Analysis)	事業主体の費用と便益	市場価格	評価年限の収支データ 市場金利
経済費用対便益分析 (Economic C/B Analysis)	経済費用と経済便益	潜在価格 WTP	潜在価格の策定 適切な割引率 利用者の効用関数、貨幣価値化
社会費用対便益分析 (Social C/B Analysis)	全てのステイクホルダの費用と便益	WTP	各ステイクホルダの効用関数及び貨幣価値化 影響・損害データ等

出所：財団法人政策科学研究所作成資料

プロジェクトの費用と便益の範囲をどこまで考えるかによって幾つかの段階が考えられる（表 2.5-3 参照）。一般的なプロジェクト分析として、事業の採算性判断のために「財務費用対便益分析（financial cost and benefit analysis）」が行なわれる。財務費用対便益分析では費用、便益とも実際の市場価格をもとに計算し、事業主体の収支を求めるもので、プロジェクトの実施可否に関する判断指標に利用されている。公共事業についても有料道路など事業性の高いものについては、財務費用対便益分析が実施されている。

次に、費用対便益の範囲を社会全体の経済的便益・費用に拡大したのが「経済費用対便益分析（economic cost and benefit analysis）」である。 評価の尺度としては潜在価格[1]（シャドウ・プライス）を想定し、市場価格を修正して行う手法で、

[1] 「現実には通用しないが、ある特定の目標から見た場合の財やサービスの実質的な価値を示す価格」と定義されている。簡単な例として、ガソリン価格を 100 円とすれば、その大半は税金である。（例えば 60 円以上）税金は国内での所得移転に過ぎないため、国全体で見れば所得の増減は変わらない。「国民経済」的観点からみたガソリンの実質的価格は、国内市場価格（100 円）から税金（60 円）を差し引いたもの（40 円）になり、これがシャドウプライスと呼ばれるものである。

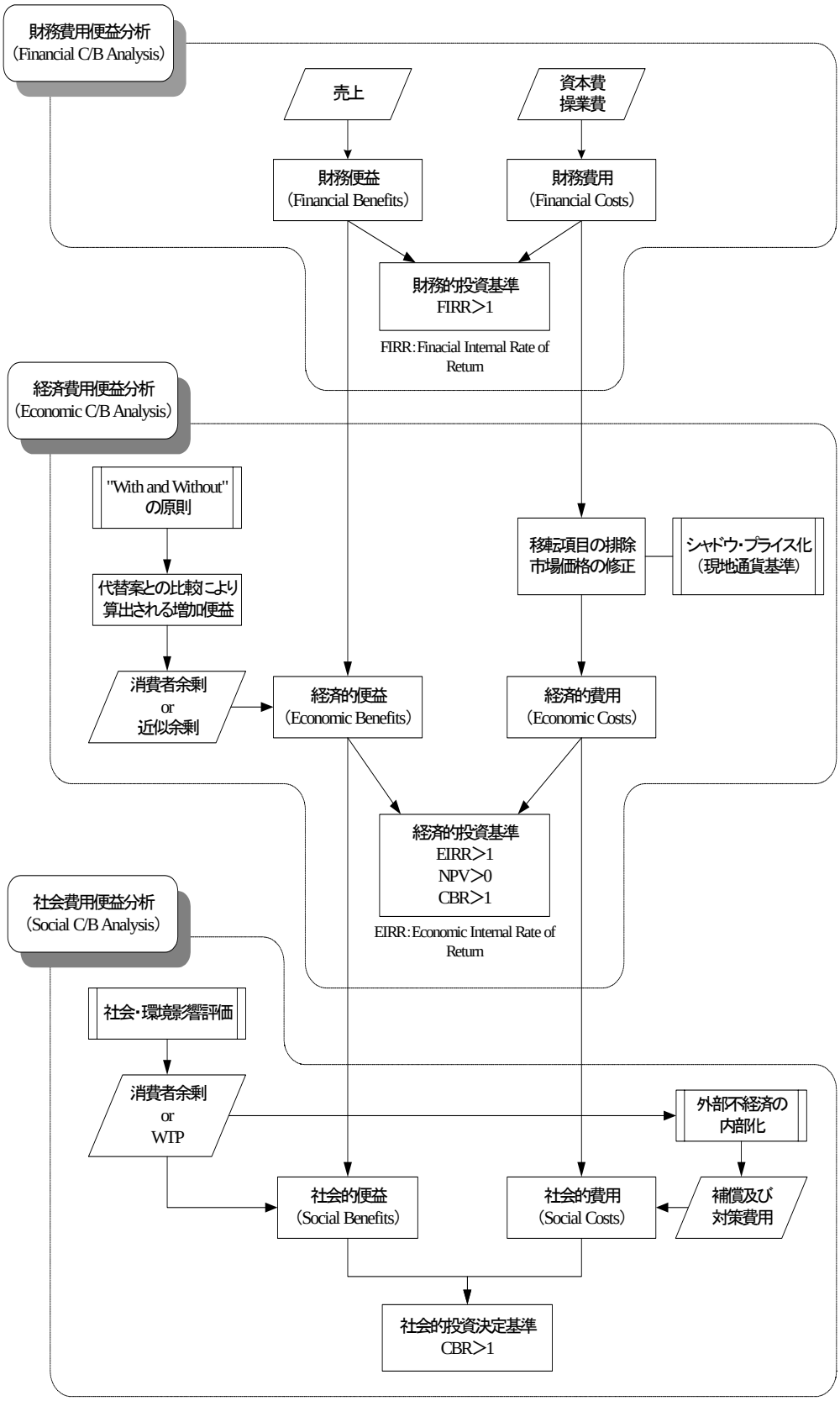
公共投資プロジェクトの評価で近年注目されている。具体的には、例えば国道バイパスの建設による時間短縮を便益と考え、時間当たり賃金等を基準に金銭化して積算し、建設費と比較するというものである。財務費用対便益分析では道路料金のみが便益となるため一般国道には適用できないが、経済費用対便益分析では有料道路でなくても分析が可能である。公共事業の多くが、無償の便益を発生させており、経済費用対便益分析の対象となり得るものである。

経済費用対便益分析をさらに進め、さまざまな社会環境影響のうち金銭換算できるものを社会的費用もしくは社会的便益として計上する「社会費用対便益分析（social cost and benefit analysis）」が評価方法として理論的には考えられる。開発プロジェクトに関与する各ステイクホルダの効用関数を推定して、消費者余剰を測定することにより、便益や費用をウェイトづけし、純社会的便益の最大化を図ることが目的となる。近年、環境経済学の分野で脚光を浴びている環境評価の諸手法を利用して、市場で評価できない環境外部性を貨幣価値額に換算する試みは、評価の体系としては費用対便益分析の延長上に位置するものである。しかしながら、すべてのステイクホルダの効用関数を推計するのは事実上不可能であり、また、特定できたとしても集計する際のウェイトづけの係数を特定することが難しいなど、現実への適応には困難が多いものと考えられる。

図2.5-1は費用対便益分析による開発プロジェクト評価の範囲と位置付けを示している。企業が行う開発プロジェクトでは、事業の採算性を評価する財務費用対便益分析が評価の基本となる（図上段の囲みに相当）。ここでは、事業の売上や資本費、操業費から財務便益と財務費用を確定し、財務的内部収益率（IRR）などの投資基準を用いて採算性を評価する。

次に、インフラ整備のように事業単体の採算性よりも国民の経済厚生の向上を図るような公共事業や、企業が事業主でも補助金や交付金が経常的に支給されるような事業の場合は、国民経済全体の経済効率を重視する経済費用対便益分析が利用される（図中段の囲み）。財務便益に加え、その事業が行われたことによって新たに獲得される経済的便益が検討される（With-Without の原則）。経済的便益の推計には、地域もしくは国全体における消費者余剰（あるいは近似余剰）の増加分が測度として用いられる。一方、経済的費用では私企業の財務費用とは異なり、社会全体の費用を計上するため、税支払や補助金（マイナスの支払）などを移転項目として排除する必要がある。また、費用項目の中で規制等によって適切な市場価格が得られない場合、潜在価格（シャドウ・プライス）という概念を用いて費用を修正する必要がある。経済便益と経済費用が確定したら、純現在価値（NPV）や費用対便益比（CBR）、経済的内部収益率（EIRR）などを用いて地域もしくは国全体の投資効率を評価する。

ある事業がもたらす社会環境影響を費用対便益分析の枠組みに取り込む場合には、財務的便益・費用もしくは経済的便益・費用に加えてさまざまな社会便益・社会費用を推計しなければならない。一般に社会環境影響の多くは市場で取引されることのない外部性のかたちで現れるため、非市場財の経済的価値付けに関する手法が適用される。ここでは消費者や他のステイクホルダの効用関数から得られる支払意思額（WTP）を推計し、合計することで社会費用もしくはそれを低減するような社会便益を計算する。WTP の推計には仮想評価法（CVM）、トラベルコスト法、ヘドニック価格法などがある。現実には社会費用や社会便益の大きさを厳密に計算することは難しいため、多くの場合では社会環境影響を特定し、一定の便益に対する費用対効果を見ている。



出所:財団法人政策科学研究所作成

図 2.5-1 各費用対便益の範囲と位置付け

3.2.費用対便益分析における投資基準

あるプロジェクトを実施した場合に年次 t において生じる「便益」と「費用」をそれぞれ b_t 、c_t と表し、そのプロジェクトの供用年限を n 年とすると、便益と費用の流列は次のように記述できる。

便益: b_0 、b_1 、$\cdots b_t$ 、$\cdots$, b_n

費用: c_0 、c_1 、$\cdots c_t$ 、$\cdots$, c_n

このとき、費用と便益の両方について現在価値に直し、経済学的な観点からプロジェクトの実施の妥当性あるいは優先順位に関し、次のような観点から投資基準指標により確認することとなる。

- 費用以上の便益が得られること
- 収益率が代替プロジェクトよりも高いこと

開発プロジェクトは開発のための投資であることから、投資から得られる収益は少なくとも投下される費用を超えなければならないため、採算性と収益性が投資の可否を左右する。費用対便益分析における投資基準としては下記の 3 つの基準を用いることができる。

- 純現在価値(Net Present Value: *NPV*)＝便益の現在価値－費用の現在価値
- 費用対便益比(Cost Benefit Ratio: *CBR*)＝便益の現在価値／費用の現在価値
- 内部収益率(Internal Rate of Return: *IRR*)＝{便益の現在価値＝費用の現在価値}とする割引率

a)純現在価値(Net Present Value: NPV)

純現在価値はプロジェクト分析で最も広く用いられている指標である。初年時を基準として毎年の便益、及び費用を割り引くことによって現在価値を算出するものである。

$t = 0$ の時点に換算した便益の現在価値は次のように表せる。

$$B = b_0 + \frac{b_1}{1+r} + \frac{b_2}{(1+r)^2} + \cdots\cdots + \frac{b_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=0}^{n} \frac{b_t}{(1+r)^t}$$

$t = 0$ での費用の総現在価値は次のとおりとなる。

$$C = c_0 + \frac{c_1}{1+r} + \frac{c_2}{(1+r)^2} + \cdots\cdots + \frac{c_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=0}^{n} \frac{c_t}{(1+r)^t}$$

ただし、r は財務費用対便益分析であれば資本の限界費用、経済費用対便益分析であれば社会的割引率となる。この基準はプロジェクトに起因する便益の総現在価値と費用の総現在価値の差、すなわち次の式で表される純現在価値によって経済的採算性を示すものである。この投資基準では、*NPV* が大きいプロジェクトほど好ましいと判断される。

$$NPV = B - C = \sum_{t=0}^{n} \frac{b_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{c_t}{(1+r)^t}$$

b)費用対便益比(Cost Benefit Ratio: CBR)

この基準では、次式のようにプロジェクトに起因する便益の総現在価値と費用の総現在価値の比を用い、単位現在価値費用当たりの現在価値便益の大きさによって経済的採算性を示すものである。社会環境影響評価の場合では、例えば公害などの健康影響などの外部効果を損害(社会費用)としてみなすか、損害を軽減するような対策費用(社会便益)としてみなすかによって CBR の値が異なってくる[2]。

$$CBR = \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{b_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{c_t}{(1+r)^t}}$$

[2] 例えば自動車などの場合、排出物の絶対量でみれば損害(社会費用)を発生していることになるが、従来よりも低排出型の技術を採用しているのであれば、環境対策費用(社会便益)として考えることができる。

c)内部収益率(Internal Rate of Return: IRR)

内部収益率とは、投下した資本をプロジェクトで生じる便益を用いて返済していくときに、一定の年限で返済可能な最大の利率のことであり、この利率が大きいほど投下資本の回収は早期に行われ、一般に好ましいプロジェクトと判断される。通常は、次式のようにプロジェクトの現在価値をゼロにする割引率として定義される。すなわち、次式の i をもって内部収益率としており、言い換えれば損益分岐点を示す収益率とも言える。

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{(b_t - c_t)}{(1+i)^t} = 0$$

3.3.投資基準間の関係

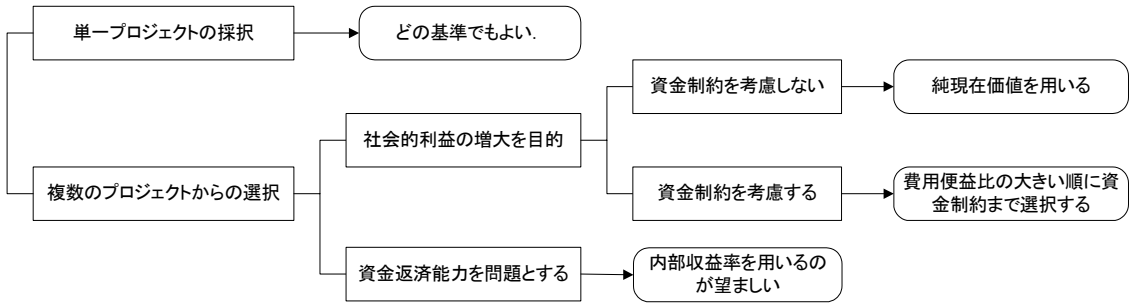
上で整理した費用対便益分析における投資基準間には下記の関係がある。

もし、$NPV>0$ ならば、$B/C>1$ および $IRR>r$

もし、$NPV<0$ ならば、$B/C<1$ および $IRR<r$

もし、$NPV=0$ ならば、$B/C=1$ および $IRR=r$

内部収益率 IRRは、純現在価値 $NPV=0$とする割引率として定められ、これより小さい社会的割引率で算定した NPVは正となり、純現在価値の正と社会的割引率より小であることは一致する。しかしながら、複数のプロジェクトの中から採択すべきプロジェクトを選択する場合、これらの 3 通りの投資基準によるプロジェクト間の順序づけは、必ずしも一致しない。3 通りの投資基準の使い分けについては、通常次のように考えられているようである。



出所:松野・矢口 (1999)。

図 2.5-2 費用対便益分析における投資基準の使い分け

3.4.割引率の考え方

費用対便益分析では割引率をどのように設定するかによって投資基準が決定される。例えば、ある施設の使用期間が 30 年間で、維持管理費を控除した年間便益額が1億円の場合、この施設の建設費用はいくらだったら総便益が総費用を上回る(純便益が発生する)だろうか。国内の公共事業の評価では 4%の割引率が多く用いられているが、この割引率を設定した場合、建設費用が約 18 億円以下であれば純便益(の割引現在価値)がプラスになる。欧米では一般に日本よりも高い割引率が用いられているが、割引率が 6%の場合では純便益が発生する建設費は約 15 億円以下となる(表 2.5-4 参照)。

割引率は時間選好率を基本としている。時間選好率とは、経済活動を行う主体が現在の消費をあきらめて、将来の消費を行うために貯蓄しようとするときの、最低限要求する収益率である。ある経済主体(ステイクホルダ)の時間選好率が高いということは、現在の消費をより重視している、ということである。したがって、費用対便益分析では事業に関与するステイクホルダの時間選好率を考慮した割引を行う必要がある。

表 2.5-4 割引率の計算

年数	便益の現在価値(億円)		年数	便益の現在価値(億円)	
t	r=4%	r=6%	t	r=4%	r=6%
0	1.000	1.000	16	0.534	0.394
1	0.962	0.943	17	0.513	0.371
2	0.925	0.890	18	0.494	0.350
3	0.889	0.840	19	0.475	0.331
4	0.855	0.792	20	0.456	0.312
5	0.822	0.747	21	0.439	0.294
6	0.790	0.705	22	0.422	0.278
7	0.760	0.665	23	0.406	0.262
8	0.731	0.627	24	0.390	0.247
9	0.703	0.592	25	0.375	0.233
10	0.676	0.558	26	0.361	0.220
11	0.650	0.527	27	0.347	0.207
12	0.625	0.497	28	0.333	0.196
13	0.601	0.469	29	0.321	0.185
14	0.577	0.442	30	0.308	0.174
15	0.555	0.417	合計	18.292	14.765

出所:財団法人政策科学研究所作成資料

結局のところ、すべてのステイクホルダの時間選好率を調べることは不可能であるため、割引率を正確に推計することは極めて難しい。一つの解決策としては、シナリオ別に割引率を設定した費用対便益分析を行うことで、情報の透明性を高めることが通例となっている。一般には事業の便益がどの主体に帰属するかによって、割引率の扱いが異なる。財務費用対便益分析の場合は費用と便益(収入)の帰属が事業主体である企業のため、企業が借入した際の市場利子率が用いられる[3]。経済費用対便益分析もしくは社会費用対便益分析の場合には、便益の帰属はさまざまなステイクホルダを含む地域住民もしくは国民となるので、政府は国民の時間選好率を考慮し、さらには現存世代と将来世代との世代間公平性をも政策的に判断した上で、割引率を設定しなければならない。

3.5.便益の測定方法

経済費用対便益分析における便益もしくは社会費用対便益分析における便益、費用の測定方法としては、表 2.5-5 に示す消費者余剰法、代替法、トラベルコスト法、CVM(仮想評価法)、ヘドニック法などの方法が考えられる。何れの手法も、財・サービスに対する消費者の WTP を推計するための方法である。

表 2.5-5 費用対便益分析における便益の測定方法の例

測定手法名	測定方法の概要	適用例	評価者(事前評価の場合)
消費者余剰計測法	ある財を消費するのに必要な費用を価格とみなして需要曲線を推定し、事業を実施したことによって発生する消費者余剰を便益とする方法。	道路・橋梁等の利用便益	実際に行われるであろう取引価格・数量を推計して算定
代替法	受益者の便益に対する支払意志額を近似すると考えられる市場財の価格を便益とする方法。	治水工事等による便益	適当な代替財を調査者が想定して算定
トラベルコスト法	便益を受けるために必要な訪問回数を費用と見なした一種の消費者余剰計測法。	公園の利用等に関する便益	実際に行われるであろう取引価格・数量を推計して算定
CVM(仮想市場法)	住民に対して事業内容を説明した上で、事業による便益と引き替えに支払意志額を尋ね、その積み上げにより社会的な便益とする方法。	環境保護の便益	消費者に直接 WTP を尋ねることにより調査者が算定
ヘドニック価格法	事業の便益が地価に帰着するという仮説に基づき、地価関数を推定して事業実施前後の地価の変化分を便益とする方法	市街地再開発事業の便益	実際に行われるであろう取引価格・数量を推計して算定

[3] 企業が株式や社債などの直接金融手段で資金を一部都合した場合には、株主や社債の引き受け先の時間選好率を本来であれば用いる必要がある。その場合、割引率は時間選好率と市場金利の加重平均で計算できる。

VOSL （統計的生命価値法）	疾病・障害等による死亡リスク削減の価値をWTP によって計測し、健康影響対策の便益とする方法。	健康影響損害の削減便益	消費者に直接 WTP を尋ねることにより調査者が算定
COI （医療費用法）	疾病・障害のリスク削減価値を医療費によって計測し、健康影響や事故リスク対策の便益とする方法。		疾病・障害別医療費用データを積算して算定

出所：財団法人政策科学研究所作成資料

3.6.費用対便益分析の適用にあたっての問題

費用対便益分析により、事業の優先順位付けを行う場合、次の様な問題が指摘されている。

a）測定できる便益・費用には限りがある

経済費用対便益分析や社会費用対便益分析では、全ての便益・費用を測定することは難しく、分析の結果だけを用いて事業の優先順位付けを行うためには、測定範囲や測定方法等を基準化する必要がある。例えば道路事業の場合、走行時間の短縮便益、走行経費減少便益、交通事故減少便益といった直接効果のみで比較すると定めたとする。しかしながら、その道路の開通により他地域からの交通流入が増加する効果や、鉄道やバスなどから自家用自動車への交通手段の切り替えるによる交通量の増加が見込めるといった派生需要を道路事業には見込むことができる。こうした効果をある統一の基準を用いて評価することはできないので、経済便益の重要な部分を評価から落とす可能性がある。

また、社会環境影響についても同様であり、地域的要因や金銭的価値換算が難しい環境に対する負荷（大気汚染の度合いや生態系破壊など）の程度は考慮されず、無視されてしまうことが指摘されており、この点において費用対便益分析の限界がある。

研究開発プロジェクトでは、直接的なアウトプットの利用だけではなく、アウトカム、もしくは社会へのインパクトまでを評価の枠組みに組み込むことが要請されるが、経済性の評価基準を判断するために利用できる効果計測に関するデータは限定されており、必ずしも期待される評価結果をもたらすとはいえない。

b）異なる分野の事業間の比較が困難である

事業の性格が異なる場合では、発生する便益の性格が異なることに加え、測定可能な便益のカバー率が異なる可能性がある。例えば河川事業の直接効果としては氾濫被害の軽減、安定的な水供給といった便益が期待できるが、道路事業に期待される便益と比較する場合には、金銭的価値換算で比較するとしても、相互に測定されていない便益が存在する可能性があるため、便益の測定結果の大小だけでは優先順位が決められない。このことは、費用対便益分析が個別プロジェクトの投資の効率性を評価しているためであり、総合的な開発戦略の中で異なる分野の代替案を順序付けすることを目的としていないからである。

また、プロジェクトを実施する経済主体が異なる場合も評価結果の比較可能性は限定される。民間の研究開発プロジェクトと公的資金による研究開発プロジェクトではその目的も投資収益率に対する考え方も異なる。そのため、それぞれのB/C を単純に比較することは意味をなさない。

c）貨幣価値に対する効用の問題

費用対便益分析では、便益や費用を貨幣価値の集計で表現するため、高額所得者にとっての一万円も、低額所得者にとっての一万円も社会的には等しく評価される。したがって、費用対便益分析による事業の優先順位付けが結果的に社会的な不公平をもたらす可能性がある。また、同一事業であれば、需要の大きい地域ほど便益が大きく評価される傾向にあり、社会資本整備面における地域格差を拡大させる懸念がある。この問題は社会環境影響において顕著である。途上国では先進国と比べて所得に対する限界効用が高いために、非市場的価値を有する環境資産や歴史的文化資産が低く評価され、結果として、社会環境影響が軽視されることになる可能性がある。

多くの場合、貨幣価値に換算される影響が存在するということは、その影響が便益であれ費用であれ、影響を受ける主

体の効用水準にとって有意に働くということであり、効用水準そのものは所得や代替財の価額に依存している。したがって、ある事業評価において非市場財の経済価値換算を行う時点で、影響が有意に及ぶ主体を絞り込んでいることを認識しなければならない。

d）公平性の問題

多様なステイクホルダが関与する事業では、ある主体にとって便益をもたらすとしても、別の主体には不利益を被るという、複雑な利害関係が存在する。例えば、ダム開発の場合、地元住民は開発に伴い負担を強いられるが、都市部生活者は便益を享受することになる。しかしながら、トータルの費用と便益を集計する段階でこれらの個別の費用と便益は相殺されてしまう。

この問題は費用対便益分析では「仮想的補償原理の問題」として長らく認識されてきた。すなわち、ある事業によって社会全体の便益が費用を上回るのであれば、便益を享受している主体が不利益を被る主体に補償を行うことが潜在的に可能であると考えられるため、事業の遂行は社会に改善をもたらすと判断するのである。しかしながら、現実問題として補償が十分に行われることはなく、一部のステイクホルダにとっては不可逆の社会環境影響を被る可能性がある。

e）人々の意向（潜在的需要）が必ずしも反映されない

公共事業では、需要が顕在化していない場合や経済情勢の変化により需要に大きな変化が生じる場合があり、需要曲線による消費者余剰の算定には多くの仮定を設けなければならない。また、需要が顕在化していない場合では、バイアスがかかり、正確な需要の把握が難しい。

健康影響などでは、人々のリスク認知の度合いによっても影響削減便益の大きさが左右される。例えば、死亡リスクのような損害に対しては、どのような状況で死亡するか（事故死、ガン、慢性疾患による死亡等）によって、死亡に対する精神的評価が異なるため、本来であれば評価に共通の削減便益を推計することには無理がある。

f）評価に伴うコストの問題

事後的、事前的を問わず、評価行為自体は組織にとっては管理費用(administration cost)もしくは埋没費用(sanc costs)に分類される。一般に費用対便益分析を行うにあたっては、便益を測定するための推計作業を必要とすることから、多大な労力と時間を必要とする。従って、そのコストも膨大なものとなることから、費用対便益分析の普及に当たっての問題となる。この問題に対する効果的な解決策は、評価プログラムにおける対象事業の選別と各事業に共通した評価項目の設定を行うことである。

3.7.費用対便益分析法のまとめ

費用対便益分析における適用対象は「Project for profit」と「Project for Non-profit」に分別する必要がある。民間の研究開発プロジェクトの場合は必ず「Project for profit」型のプロジェクトなので財務費用対便益分析と社会影響を考慮した社会費用対便益分析のツーステップを経ることが条件であり、公的資金が投入された研究開発プロジェクト評価のときには「Project for Non-profit」に分別し、最初から経済費用対便益分析もしくは社会的費用対便益分析を行わなければならない。

費用対便益分析は厳正科学（Exact Science）ではなく、近似値分析である。これは投入要素の価格決定に関して完全競争が前提の虚構であり、消費者余剰の推計といっても、完璧な推計が不十分であることを認識する必要がある。また経済費用対便益分析や社会費用対便益では便益の求め方が難しいため、何が計量可能な便益なのかをケースバイケースで考えていく必要がある。

■ 4.BETA 法

本節は、まず BETA 法の概要に付いて触れ、評価に当たっての前提条件、評価方法すなわち直接効果と間接効果について説明を行う。続いて、具体的にはどの様にプロジェクトの研究技術開発（RTD）に関する評価を行うのかをケーススタディから学ぶ事とする。ケーススタディでは幾つかの例を挙げるが、その最後に BETA プラス(BETA method +)と称される最近の手法も概略紹介する。これは従来の BETA 法に、英国マンチェスター大学のプレスト(PREST)が米国の経済学者ヤッフェ（Jaffe）考案のスピルオーバの枠組みを適用し、幅広い社会的効果まで把握するよう拡張したものである。

BETA 法は、ある事業の投資財（貨幣表示）を分母、製品売上等から得られる直接効果（貨幣表示）または間接効果（貨幣表示、売上、付加価値率、売上への技術的・商業的等色々な寄与率、という考え方で算出）の合計を分子という形態で最終表現し、評価の最終段階でどの程度の投資対効果があったかを分子／分母で定量的に示す方法である。費用対便益分析と異なるのは、さまざまな投入資源（ノウハウ、マネジメント、スループット等）をインタビュー調査等で得られる主観的ある「父権係数（fatherhood coefficient）によって確定し、最終的な貨幣換算価値に対してどの程度寄与したかを分析できる点にある。

4.1.概要

フランス、ストラスブールにあるルイ・パスツール大学（Universite Louis Pasteur）内のひとつの組織 The Bureau d’Economie Theorique et Appliquee （BETA）は 1980 年代から RTD に関する評価を、一部は EU からの資金提供を受けて実施してきた。BETA 所属の研究チームが開発したプログラム評価手法が BETA 法と呼ばれる一連の分析ツールである。

表 2.5-6 BETA の対象となった RTD プログラム及び対象

プログラム及び対象	実施年
欧州宇宙開発機関（European Space Agency、 ESA）	1980
欧州宇宙開発機関	1988
欧州宇宙開発機関-技術移転	1991、1996、2000
欧州連合体／BRITE EURAM	1993-1995
欧州連合体／ESPRIT-HPCN	1997
欧州宇宙開発機関-デンマーク	1987
欧州宇宙開発機関（HEC モントリオールと一緒）—カナダ	1989、1994
フランス-企業	1992
フランス-ANVAR	1995
アイルランド-マテリアルス アイルランド	1995
ブラジル（DPCT UNICAMP と一緒）—ペトロブラス	1999
ブラジル宇宙開発計画（DPCT UNICAMP と一緒）	進行中

（注意）BRITE／EURAM：欧州共同体における大きな RTD プログラムの一つ。

表 2.5-6 から分かるように、初期の頃の BETA 法による評価は欧州宇宙開発機関(ESA)の研究技術開発に集中している。そこではプログラムに参加した関係者と評価者である BETA チームとの直接インタビューを主たる手段として、ミクロレベルにおける投資対効果を評価している。

4.2.評価に当たって用いられる前提条件

BETA 法によるアプローチは、基本的には公的機関が行う RTD の評価を目指したものであり、以下のような前提条件が設けられている。

- 幾つかの異なるプロジェクトの参画があること
- 各プロジェクトの目的に関しては、技術的な、また可能であれば経済的な語句で表現する明確な合意（agreement）が存在する事
- プロジェクトの資金は、部分的であれ全体的であれ、公的資金が投入される事
- 契約期間は限定される事
- 大学や他の機関からの研究室と共同作業の形で、企業体の参加がある事（以後、パートナー(partners)または参加者達(participants)と称す）
- 研究開発活動は、（少なくとも 1 つの）パートナーで実施される事

評価の対象はプログラムにおけるこれらパートナーに限定され、パートナーによって発生したプログラムの経済的インパクト（経済効果）やパートナー自身に及んだ経済効果はどのようなものであったかを評価する。BETA 法は、ミクロ経済学的アプローチであり、経済効果はパートナーレベルにおける貨幣価値で評価し、最後に設定した直接効果や間接効果の各項目について集計する。

調査方法は基本的にプログラムのステイクホルダに対してインタビューを実施する。インタビュー等では、代表的事例を積み上げた上で解釈し、秘密条項は遵守する。評価には 2 つの最終目標を設定している。1 番目は、効果に関する最小の見積もりを積み上げる事である。2 番目は、効果の発生のメカニズム、大きな RTD プロジェクトからうまれた革新的プロセスの発生メカニズム、最終的な経済的価値にたどり着くまでのメカニズム等について理解を深める事である。

4.3.評価方法

BETA 法では直接及び間接効果という 2 つの効果を調査の過程で明らかにする

4.3.1.直接効果(Direct effects)

プロジェクト発生当初から目的とした事柄そのものである。もし、プロジェクトが新製品（または新プロセス）の開発を目的に結成されたならば、その製品の売上（または新プロセスの利用によって発生した経済効果）を直接効果とする。BETA 法はどちらかというと応用研究の評価向きだが、基礎研究に対してもこのやり方は変わらない。プロジェクト開始に当たって将来の展開が見込まれた新しい科学的知識や新しい技術といったことについいて直接効果と対比する。一般に新製品の適用範囲は考え方次第では相当広くなるので、妥当と思われる範囲まで拡大してその効果を評価する事になる。

4.3.2.間接効果(Indirect effects)

BETA 法ではプロジェクト設立当初の設定目的を超えて発生した効果を総称して間接効果という。一般的には、間接効果はプロジェクト実施中に学んだことの派生的応用やプロジェクトの直接目的ではなかったがその活動から派生的に生じた事柄を指す。学習したことから生まれた技術的・組織的なネットワーキング、管理運営及び工業的な全ての型の知識がこれに含まれる。これらの効果を扱うことが BETA 法の特徴であり、これによりパートナーの学習過程に影響した公的プログラムの枠組みにおいて、RTD がどの様に実施されて来たかという相当詳細な展望を理解する事ができる。BETA 法における間接効果は以下 4 つに区分する。

◆ 技術的効果（technological effects）

プロジェクトからパートナーの別の活動に転用された技術移転を指す。‘革新的経済’や‘知識経済’で定義された‘技

術（technology)’という言葉は、ここではヒトによって作り出されたもの（製品、システム、材料、プロセス）のみならず成文化された暗黙知的な、科学的・工学的・知識的な事柄等を包含する。なお、“方法”に関する技術的効果は、後出の“組織及び方法的効果”に含まれるので、技術的効果には含めない。科学的な専門的知識から作業者の持つノウハウといった移転に係わる事業には、モノに成るか成らぬか分からない技術、新しい理論または‘取引上の知見（tricks of the trade)’等非常に多様な意味合いが自然に含まれている事がある。このような事柄を考慮しつつ大きくアプローチするのがBETA法の1つのオリジナリティーである。移転は、既存市場のシェアを守るためや新たな研究契約を得るためだけでなく、新規または改良製品の設計、パートナーが新しい販売に成功する事を可能にするプロセスやサービスも内容として含んでいる。

◆ 商業的効果（commercial effects）

技術的な学習過程とは直接または必然的に結び付かない 2 つの区分が考えられる。1 つ目はプロジェクトのインパクトが経済間の協力（プロジェクト終了後でも商業的または技術的な協力を継続している同一共同体のパートナー間を結びつけるビジネスの設立、パートナーとプロジェクトに参画しなかった別のパートナーの業務提携者の確保、評価プログラムの運営過程において公共組織が開催した会議やワークショップから恩恵を受けた組織体や会社間の協力）にどの程度影響を及ぼすか、を見極めるネットワーク効果である。2 つ目は、与えられた公的プログラムの目的達成のために実施した作業から発生し、その後市場で売り出し材料として使えるような、パートナーの世評または良い企業イメージである。

◆ 組織及び方法的効果（organization and method effects）

プロジェクトの経験から得たものを、パートナーの内部組織改造に使ったり、プロジェクト運営、品質管理、工業的会計等に採用したりした場合に適用する。以下本稿では、O&M 効果、または OM 効果とも略記する。

◆ 能力及び訓練的効果（competence & training effects)または労働因子的効果（work factor effect）

上述の3つとは本質的に異なり、パートナーの‘人的資本（human capital)’にプロジェクトがどの程度インパクトを及ぼしたかを測るものである。参加組織体の夫々は、その組織体の‘臨界集団規模（critical mass)’や‘知識基盤（knowledge base)’と呼ばれるものを作り出し、多かれ少なかれ多様で科学的・技術的分野に関連したある種の能力を習得する。この‘臨界集団規模’に及ぼすプロジェクトのインパクトを測るのが労働因子的効果である。つまり、事実上パートナーの技術レベルを向上させる専門的業務とそれとは無関係な日常的業務とを区別して、それらの効果を別々に評価するのが目的である。

4.4.経済効果の定量化

直接効果とほとんどの間接効果は、評価対象プログラムでパートナーが取得した知識から生じた売上（sales）やコスト低減（cost reductions）の付加価値で表す事とし、大まかなコストしか定量化しない。移転、工業化、市場化によって生じる価値の追加についてBETA法ではその効果が測定しづらいので、対象外となっている。キャッシュフローやインカムに関する研究は、利益率又は収益性の古典的財政分析には直接使われないので計算の対象外となる。新規対象のプログラム期間およびプログラム終了後 2 年以内を評価対象としている。

実際の売上のみが定量評価の対象で、製品／サービスが最終的に売られる市場自体の大きさは対象としない。技術移転またはその方法、または商業的効果が、部分的に売上またはコスト低減に影響している時に限定して、相当する効果の価値をそれら売上やコスト低減から部分的に算定（シェアを計算）する。このシェアは、評価プロジェクトの枠内で実施された業務の売上やコスト低減に関連する幾つかの因子（影響）に比例している（このため評価では主観的な寄与率である‘父権係数’(fatherhood coefficient）を使う）。評価作業が複雑な場合、2 段階方式で作業を実施する。まず 1 つの因子に関する影響を評価し（間接効果の区分に従って、技術的観点の影響、商業的観点の影響、というように順番に評価し）、続いてこの因子に対する評価プロジェクトの具体的影響を数値化する。

この定量化方法には2つ程例外が含まれるので、これについては代理値（proxy values）を採用する。第1番目の例外は、既存の製品やプロセスを防御する役割を担っていない特許の場合で、その間接効果はその特許を有効にしておくためにパートナーが使う申請費や維持費の推定合計値で表す。第 2 番目の例外は、労働的因子の定量化に相当するもので、

その方法は以下の様に取り扱う;

1） その能力の増加程度に従ってパートナーの技術的収容能力にどの程度貢献したかを個人個人分別する。これはパートナーの‘臨界集団規模’を拡大したり、活動分野を広げたりすると思える。

2） 個人個人が実際に革新的な業務に従事した時間を評価する。

3） 均質化の観点からその前段階で推定された勤務時間全般に亘るこれらエンジニアと技術者の間接費を含む平均コストを考慮し、金銭的効果を定量化する。最終的にBETA法による評価値は直接または間接効果額を公的補助金投入額で割った値で表示する。

上記による諸々の効果の型と定量化項目をまとめると表 2.5-7 となる。

表 2.5-7 BETA 法で用いる効果と定量化する項目

効果の型	定量化項目
直接効果	売上／コスト低減
間接効果	
技術的	
製品技術の移転	売上／新しい研究の契約
プロセス技術の移転	コスト低減／新しい研究の契約
サービス技術の移転	売上／新しい研究の契約
特許	特許維持費（代理値）
商業的	
ネットワーク効果	売上／コスト低減／新しい研究の契約
世評効果	売上／コスト低減／新しい研究の契約
組織及び方法論的効果	
プロジェクト運営	コスト低減
その他の方法	コスト低減
組織	コスト低減／売上／新しい研究の契約
能力及び訓練的(労働因子的)	人・時に相当する金額（代理値）

4.5.BETA 法の事例研究

4.5.1.BETA 法による欧州宇宙開発計画(ESA)の経済効果分析事例

BETA チームが ESA に関する評価に係わってきた経緯は表 2.5-6 にまとめたが、ここでは、表中上から数えて 2 番目に記載されている 1988 年計画に関つき、BETA チームが実施した間接効果の評価結果を概略する。

◆ 直接効果

インタビュー調査では、ESA 計画によって宇宙における科学的知識の進捗、欧州の宇宙関連企業の技術的能力の開発と電気通信や気象予測といったサービスの設立に寄与について言及はあったが、数値的を含んだ直接評価は実施されていない。

◆ 間接効果

1977～1986 年の期間にわたって宇宙産業に従事した企業と ESA とが結んだ契約全数の 74.6%に相当する 67 企業体から、最終的にサンプルを採取。調査時期は 1987 年 3 月から 1988 年 9 月までで、調査から 500 以上の間接効果例が見出され、389 例が統計調査の俎上に載った。間接効果の評価結果は以下のとおり。

間接効果全体値（1986 年値）

＝12,700 百万 AU（ESA 会計単位は ECU と同じ値）

全体的な経済スピンオフ係数値

＝ESA から発生した間接効果値／ESA 支払い額合計＝3.2

参考に示すと、これ以前に行われた 1980 年代初頭の同種調査では 2.9 であった。

- 技術的効果に相当する分はこの内 43%で、宇宙用製品の設計段階で予測した以上の売上が 2／3 含まれている。部分的に工業的多様化が実際に起こったりして、新製品の創生に係わるものが 1／3 ある。詳しく言うと、ESA 製品の更なる売上 63.7%、新製品売上 26%、多様化 5.8%そして既存製品の改良が 4.6%となっている。
- 商業的効果に相当する分はこの内約 8.5%で、前回の調査値より相当低かった。これは、ESA に関連したコネクション効果が曖昧だったり、1986～1987 年まで宇宙産業間ネットワーキングが変化しなかったりしたためと考えられる。市場効果 61.1%、国際協力 26.6%そして新商業ネットワーキング 12.3%という内訳になっている。
- 組織及び方法的(O&M)効果相当分はこの内約 7%で、今回このカテゴリは 1964 年～1980 年の其れより重要度が低くなった。低下の傾向は欧州宇宙開発計画の影響が明確な形で現れたためと考えている。プロジェクト運営 40.3%、生産技術 31.5%そして品質制御 27.9%という内訳になっている。
- 労働因子的効果はこの内 41%で、前回調査値よりも遥かに増大した。欧州宇宙産業の発展と設計生産に係わったチームの技術的能力の向上を反映し、臨界集団規模の維持が 98.8%、そして技術移転が 1.2%となっている。

これまで記述した 1987 年～1988 年調査に加え、その前の調査（1980 年）及びその後の調査 1989 年（表 2.5-6 の ESA－カナダ）の結果をとりまとめたものを表 2.5-8 として示す。いずれも直接効果ではなく間接効果のみを取り扱っている。

表 2.5-8 BETA 法による欧州宇宙開発計画（ESA）及び ESA-カナダの評価結果

	1980	1988	1989
Period covered	64-82	77-91	79-93
Number of firms in the panel	128	67	10
Total indirect effects	7 551 (MUC 86)	12 680 (MUC 86)	256 (MUC 89)
among ESA contractors	6 023 (MUC 86)	9 214 (MUC 86)	189 (MUC 89)
Ratio effects/ contracts	≥ 2.9	≥ 3.2	≥ 3.5
Nature of the effects (% of contractors' effects)			
Technological	25	43	40
Commercial	27	8	18
Org & methods	19	7	18
Work factor	29	41	24

全体的な経済波及係数(economic spin-off coefficient)は平均で 3 を越えており、ESA 支払い 100 単位に対して ESA 契約者に約 300 単位の支払いが間接効果として実施されている。調査結果は

- 社会全体に対する長期的効果を含まない
- インタビューできなかったり、定量化できなかったりしたものがある。定量化できたのは対象の 60～70%となっている。
- インタビューしたマネジャーが提示した額に対して常により低い境界値を採用している。

という条件を採用しているため、得られた数値は保守的である。

以上、ESA に関係した BETA 法を紹介したが、残念ながら直接効果については言及がない。そこで続いて直接効果と間接効果を両方とも評価した事例である BRITE-EURAM[4]プロジェクトを示す。

[4] BRITE=for Basic Research in Industrial Technologies for Europe、EURAM=European Research on Advanced Materials

4.5.2.BETA 法による基盤技術・先端材料研究(BRITE-EURAM)プログラムの効果分析事例(5)

調査対象プロジェクトは約 700 の中から 50 を選定して実施したが、結果は表 2.5-9 のとおりである。

表 2.5-9 BRITE／EURAM プロジェクトに対する BETA 法評価結果

調査対象プロジェクト数	50
パートナーの数	176
測定された経済効果の数	611
直接効果額／EEC 投資額	13.3
MECU1991 年における直接効果総額	522.5
間接効果額／EEC 投資額	4.1
MECU1991 年における間接効果総額	160.8ECU
技術的効果(47.5%)	76.5 ECU
商業的効果(10.2%)	16.5 ECU
組織及び方法的効果(11.6%)	18.6 ECU
能力及び訓練的(労働因子的)効果(30.6%)	49.2 ECU

注意:EEC=ex-European Economic Community ヨーロッパ経済共同体の枠外
ECU=European Currency Units

◆ 得られた結果についての解釈

直接効果については 1995 年末で(2 年予測を含めて)522.5MECU が発生した。得られた費用対効果比率は 13.3 である。直接効果を生み出したのは 54 ケースで、113 中 37 の会社であった。この内 2 社は非営利法人だったので直接効果に貢献しないと判断した。39 の契約者が 50 中 22 プロジェクトに関係した。直接効果の大きさであるが出方では最小で 12～190ECU、最大で 250MECU である。これらプロジェクトは直接製品やプロセスの商業化を発生させた事から、BRITE／EURAM 参加プロジェクトについて競争前段階で適用した“適否審査判断基準”が妥当であったのか否か少し問題である。

間接効果に付いては 1995 年の末、160.8MECU が得られた。間接的な費用対効果比率は 4.1 である。555 の間接効果を見出した。88%の契約者が間接効果を得た。直接効果の場合、分布は最小で 1,000ECU、最大で 20MECU と広かったが、間接効果の場合はその分布はより狭く小さかった。

技術的間接効果(47.6%)のほとんどはプロセス移転である。これは生産よりプロセスに重点が偏りがちな RTD プログラムで良く見られる一般的な傾向と一致している。2、3 の特許がこれら研究プロジェクトから発生して市場に出たが、10 特許は契約者が保持したままとなっていた。商業的間接効果(10.3%)はネットワークと世評効果にほぼ等しい割合で広がった。ネットワーク効果はヨーロッパの工業を繋ぐものとして期待は 1 番大きかったが、結果は期待した程ではなかった。詳細に調べると、ネットワーク効果の主たる受益者は中小企業(SMEs、small and medium-sized enterprises)及びギリシャ、アイルランド、ポルトガルといった小国であって、商業的効果の 33%が前者に、62%が後者によって占められた。組織及び方法的間接効果はプロジェクトを推進した組織に依存して変化した。ほとんどの場合。最終製品に改良が加わったのは方法伝達のお陰であり、1.5MECU の間接効果が製品の質の向上に寄与した。これらは研究プロジェクトの目的には含まれていなかった。間接効果全体の 1／3 は、プログラムに参加したパートナーの労働因子的間接効果であり控えめに見積もった数値となっている。

技術的または科学的な成功と失敗について契約者ではなくて BETA チームで評価した。 50 プロジェクトからなるサンプル中 38 が成功、12 が失敗(1 プロジェクトは発足後半年で廃止)となった。経済的効果を生じれば経済的に成功というように考えた。直接経済効果のみとか経済的効果なしというような技術的／科学的成功はない。1 ケースが全滅、11 ケースが少なくとも間接効果部門で技術的／科学的失敗を呈し、そして 2 ケースが表 2.5-10 に示す様に直接及び間接経済効果で共に対等になっている。技術的／科学的成功プロジェクトに参入した契約者は、失敗プロジェクト参入の契約者よりも多くの経済効果を得ているが、後者の方がより重要な間接効果生み出しているのは特記に値する。これが意味するのは、直接商業製品やプロセスを導かなかった R&D が短期的であっても会社にとって利益を生んだという事である。方法論的観点か

ら直接効果のみならず所謂間接効果の追跡も興味深い事がある。

上流側(より基礎研究的)パートナーと下流側(より応用研究かつ開発研究的)パートナーに着目すると、間接効果については上流側が 2 倍大きいのに、直接効果については 3 倍少ない。技術的間接効果の関係者数は下流側研究でひどく少ない(30%)。基礎研究は大学のみでなく多くのパートナーで実施しているし、それが他のステージにある研究と共存すると成功する例が多い(研究開発の‘相互作用モデル’をサポートする事実)。統合型企業と共同体に着目すると、研究開発と生産を併せ持つ統合型企業は、非統合型よりも投資効果比率が 3-4 倍高い。異なる役割を持つ企業を含んだ共同体は、ある程度統合企業に比肩するが、プロジェクト以前から関係を有していた共同体が特に有利となる(‘継続的相補関係’の優越性をサポートする事実)。

表 2.5-10 BRITE／EURAM 直接及び間接経済効果、失敗成功に対する BETA 評価

	技術的／科学的	
	成功	失敗
契約者数	136	40
EEC 投入財総額(MECU1991)	30.1	9.2
直接効果総額(MECU1991)	516.6	5.9
直接効果額／EEC 投資額	17.1	0.6
間接効果総額(MECU1991)	145.3	15.5
間接効果額／EEC 投資額	4.8	1.7
技術的効果	50.3%	22.5%
商業的効果	10.1%	12.2%
組織及び方法的効果	11.3%	14.4%
能力及び訓練的(労働因子的)効果	28.3%	50.9%

プログラムの成功失敗の評価は難しく、直接効果や短期的成果、主たるパートナーのみに限定した評価は誤解を招きやすい。革新的政策を成功に導くには、投入される公的資金量よりも、制度設計、運用、既存革新体系との親和性、産業内ネットワークの活用等に着目する事が重要である。

4.6. BETA プラス法によるわが国の医療福祉機器技術研究開発制度の分析事例

評価対象制度に含まれるプロジェクトをみると、20 年以上も前に実施されたものから現在運用中のものまで幅広く分布し、それらを抱き合わせて評価するというような状況では、追跡評価と中間評価の 2 面性を持った評価を実施しなければならない。また医学医療に関する評価では、医療機器や福祉機器の売上といった経済的な効果の他に臨床的効果や社会的な効果も求められる。このような状況では、経済的効果を評価する従来の BETA 法では対応出来ないので、社会的効果も把握できる様な包括的な手法が必要である。英国 PREST では、米国の経済学者 Jaffe が考案したスピルオーバの枠組みを BETA 法に組み入れて BETA プラス法と称し、これまでの経済的効果に加え社会駅効果も評価できるようにした。

以下では BETA プラス法の我が国の適用事例として、経済産業省の医療福祉機器技術開発制度の評価を取り上げる。

4.6.1.医療福祉機器技術研究開発制度の概要

◆ 当該研究開発プロジェクトの背景と経緯

光断層イメージングシステムのプロジェクトは 1992 年に開始された。当時、脳疾患、心臓血管疾患、癌が日本における多くの成人の死因となっていたため、これら特定の疾患のための医療福祉機器(特に測定器)の研究開発を促進する事が一つの目的であった。パートナーは、J 社、B 社、(独)産業技術総合研究所(AIST) の機械技術研究所(MEL)、及び、これらの主要なパートナーに対して情報を提供したり、プロジェクトの後半に臨床試験を実施した、H 大学(生体の生理学的特性の収集、安全性試験、臨床試験)、S 総合病院(基礎的光学特性の収集)、O 研究所、K リハビリテーションセンターである。

◆ 全体的目標

本プロジェクトの全体的な目標は、光ベースの技術を用いて人体、特に脳の活動を測定する事である。このような用途に使われる光ベースのシステムは、身体に取り付けた発光体からの発光と、人体による反射を利用したものである。反射の検出は発光体によって行われるので、発光体は受容体としての役割も果たす。これらの発光体／受容体の数は、光を伝達するチャンネルの数によって決まる。技術には 2 種類ある。光トポグラフィーシステム及び光トモグラフィーシステムである。身体に取り付けた検出器まで光が脳内を伝わるのにかかる時間を測定して、血流と(脱)酸素化の立体的イメージを作成し、モデリングを用いてそれらの活動量を計算する。

◆ 光断層イメージングシステムプロジェクトの技術的課題

技術的観点から見て、もっとも重要な改善は、J 社が実現した時間分割システムの小型化である。B 社に関しては、システム全体の統合をする事以外で、もっとも大きな課題は、測定システムをどのように人体に取り付けるか、という点である。

◆ プロジェクトの概要

選定段階と参加企業決定の後、AIST は、・全体的目標、・詳細な内容と研究計画、・契約条項、・研究開発活動の予算、などを含む基本計画を作成した。

◆ プロジェクト開発委員会の役割

プロジェクト開発委員会の主な役割は助言である。

◆ 他の公的機関の役割

開発委員会と当該技術研究組合による評価(本プロジェクトの概容報告は、AIST に対して毎年行われた)及びプロジェクト終了時の総合評価(AIST 審議会の小委員会(学識経験者をメンバーとする)がこの総合評価を実施)の 2 種類がある。

◆ 光断層イメージングシステムプロジェクトの組織と機能

パートナー間の関係は、以下のようなものである。

- パーツやサブシステムの製造は、それぞれ、独立に行われた。
- 年に 3、4 回の会合があり情報交換が行われた。これらの定期的会合は、パートナーによる自主的なものであったが、政府はこれらの会合の記録を取るよう指示していた。
- 問題が発生した場合には、臨時の会合も持たれた。
- プロジェクト開発委員会との定期的会合(年 3 回)も、持たれた。各年度末には、上記の自主的会合の議事録を含む報告書がプロジェクト開発委員会に提出された。

計画では予算は合計約 7 億円であったが、当該技術研究組合によると、AIST の資金を別にしても実際の予算は 7 億 7 千 8 百万円であった。企業から得た情報によると、B 社は本プロジェクトのために(独)新エネルギー・産業技術開発機構(NEDO)から 3 億 6 千 4 百万円の資金の提供を受け、J 社から 8 百万円相当の製品を購入している。J 社は、約 3 億 5 千万円の提供を受けた。通常の方式どおり、契約、および承認された予算の範囲内の研究は全て公的資金でまかなわれる事になっていたが、費用がこの水準を上回ってしまうと、企業がその分を負担する事になる。人件費は一般的にコストの中に組み入れられる(作業時間がプロジェクト開始時点での予測を上回ると、企業がその人件費を支払わざるを得ない)。予算が限られていた一方、開発コストも重要であったため、人件費は公的資金では十分にまかなわれなかったものと思われ、企業が主にこれを負担していたようである。

◆ 本プロジェクトの達成内容

当初の目的は脳の光トモグラフィーを作成する事であったが、比較的初期の段階で、実用的利用が可能なのは光トポグラフィーのみである事が判明した。

4.6.2.BETA プラス法による評価結果

◆ 直接効果

○ B 社

本プロジェクトにおいて、広範に TR システムを利用する上での限界に直面して、B 社はトポグラフィーのシステムの開発に乗り出した。これは、元来光断層イメージングシステムプロジェクトの意図していた装置ではない。光断層イメージング装置の低グレードバージョンなのではなく、異なる技術を利用したものだ。この点は本プロジェクトの結果を理解するために重要な点であるが、これは必ずしも理解されてはいない。

2001 年に(薬事法に基づき)認可プロセスを経た後、2001 年 12 月に“製品 AA”という商品名で市場に初投入された。2001 年 12 月から 2003 年 3 月(年度末)までの間に、13 台の製品 AA が販売された。1 年間の保証がついており、チャンネル数にもよるが(チャンネル数の一番多いもので 3 千 4 百万円)、平均単価は 3 千万円程度である。1 年間の保証期間終了後は、1 年あたり 1 台 40 万円で保守サービス契約を結ぶ事ができる。付加価値の平均は 3 分の 2 である。J 社はサプライヤーの一つとなっている。顧客はこれらの装置を主に研究目的に使用している(この分野の、脳機能分析や MRI 技術も研究目的のみに利用されている)。

・効果:13 台×(3 千万円＋40 万円×3)×(2／3)＝2,740 万円

世界市場の中で、競合相手は C 社のみである。B 社の日本市場におけるシェアは、30 から 40%である。製品 AA の輸出は、(リース 1 件を除き)今のところ、考えていない。これは、海外での保守やサービスは困難であるからだ。現在は様子を見ている段階である。この市場に最初に参入したのはC 社であったが、B 社の参入によって、C 社の市場シェアが低下する結果とはならず、逆に、市場が拡大した。

○ J社

J社は、B社の製品 AA 用のコンポーネント(光電子倍増管など)を販売している。1 台あたり 60 万円である。

・効果＝30×60 万円＝1800 万円

○ MEL

なし

◆ 参加企業(パートナーを含む)に対する間接的効果

○ B 社

／技術的効果

定量化できなかった。

／商業的効果(ネットワーク効果)

定量化できなかった。本プロジェクトを通じてできた、企業内外の人々との“人間関係“は、貴重な財産である。あまり接する事のなかった分野の教授や医師との交流が多くなり、今でも親交のある人々もいる。

／組織・方法的効果

定量化できなかった。本プロジェクト実施以降は、管理の経験を他のプロジェクトにも役立てるための正式なシステムができた。光断層イメージングシステムプロジェクトに参加する事で得た経験が、このような正式なシステムを設立する上で役立った。本プロジェクトによって、B 社の、政府プロジェクトに対する意欲が増した。単に、マーケティングの中で言及するためという事ではなく、より積極的な姿勢を持つようになった。但し、将来は、より長期のプロジェクトのための予算を獲得したいと考えている。

／労働因子的効果

光断層イメージングシステムプロジェクトには、6 名がフルタイムで携わっていた。合計人数は 10 名であった。現在、末

梢血管（特に手のひら）の血流の測定に関する研究を担当しているチームは、4 名で、そのうち、プロジェクト・マネージャーと、残り 3 名の研究者のうち1名は、かつて光断層イメージングシステムプロジェクトに参加していた。光断層イメージングシステムプロジェクトで蓄積された技術的知識で、このフローアッププロジェクトに活用されているものを見てみると、ハードウエアに関する知識はほとんど移転されていないが、ソフトウェアに関しては、より多くの知識が前者のプロジェクトから移転された。例えば、体内の光の分析については、光断層イメージングシステムプロジェクトで開発した手法が“大きな影響”を与えた。前述の 2 名の研究者のうち 1 名は電気回路の設計を専門としており、ソフトウェアに関しては 10%程度しか時間を割いていなかった。もう 1 名の研究者の専門は光学であり、光断層イメージングシステムプロジェクトではソフトウェアのみに携わっていた。臨床試験のデータ分析に関するかなりの経験を得た事が、フォローアッププロジェクトに役立った。

・効果＝（1 人年×7 年＋1 人年×10%×7 年）×間接費を含む年収

○ J 社

／技術的効果

効果1

J 社は、3 つのパルスーレーザーソースを使った単一チャンネルの試作品を作成した。この試作品は画像を作成する事はできなかったが、測定値の平均を用いて脳内の血流をモニターする事ができた。これには、単一チャンネルに適合したソフトウエアパーツが J 社によって組み込まれている。J 社は、この新装置の市場向けの製品を作成するという目標を持っており、現在、製品化の段階にある。既に単一チャンネルの製品を製造販売しているが、それは連続発振レーザーを使ったものだ。J 社は、市場についての理解は既に持っていると考えている。本プロジェクトに関してのもう一つの効果は、J 社がプロジェクト開発委員会のメンバーから、臨床環境で試験を実施する際の、数多くの様々な制限について多くの情報を得る事ができた点である。これによって、単一チャンネルの装置の臨床評価のための時間を短縮する事ができた。

定量化：

J 社は、販売予測、付加価値などに関する情報は企業秘密であるとして開示しなかった。技術に関しては、40～50%程度が本プロジェクト（Q2）に由来するものであり、残りはユーザ向けに開発した部分であると J 社は考えている。このようなハイテク主導、高性能指向の分野においては、技術的性能が主な成功要因である（Q1）。

・効果 1＝0.4×1×販売予測×付加価値(最後の 2 項目については、データを入手できなかった)

効果 2

16 チャンネルの装置の用途として考えられるのは、癌のイメージングであり、診断目的に使用できる可能性がある。J 社はこの装置を用いて研究を行い、新たな装置を開発したいとしているが、そのプロジェクトは前回のプロジェクトほどは進展しておらず、依然研究開発段階にある。この装置の場合も、販売予測を含めたビジネスプランがあるが、この情報も開示されなかった。この新たな装置には、主にほかの技術やJ社の過去の経験が使われているので、光断層イメージングプロジェクトの技術面での影響は、比較的小さいものと考えられる（Q2：40%未満）。

定量化：

・効果＝0.4（0.4 未満であるが、ほかのデータも欠落しているので、正確に捉える必要がない）×1（効果 1 と同じ仮定に基づく）×販売予測×付加価値（最後の二つの項目のデータは、入手できなかった）

効果 3

CFD／TAC ハイブリッド IC は、非常に特殊なものであったが、本プロジェクトにおける開発の後、実用化された製品や技術はない。この IC は現在、蛍光減衰時間測定などの研究活動に使用されている。この装置を用いる事によって、ほかの装置では不可能な研究を行う事ができた。最も重要な効果は、J社が時間分割分光測定に関するノウハウを得る事ができた事である。

定量化：

効果（つまりハイブリッド装置の使用によって得た知識の価値）は、少なくとも、同等の機能及び性能を備えた別の装置の、入手あるいは開発のコスト、3,000 万円に相当すると考える事ができる。（本プロジェクトで作成されたパーツで、現在製品化されているものはない。しかし、プロジェクトを通じて得た経験が、ほかの製品にも活かされている（例えば、製造方法など）。但し、J社は、そのような情報も企業秘密であるとして開示しなかった。本プロジェクトで得た特許で現在使用されて

いるものはない)。

／商業的効果(ネットワーク効果)

なし

／商業的効果(マーケティング効果)

例えば、文部省のような政府機関からの研究開発補助金を得るときもそうであるが、J社は、PET を用いた癌研究の提案を申請した。その中には、オプティカル CT に関したサブテーマが含まれており、その研究に前述の 16 チャネルの装置を使うつもりである。この提案に関する政府の決定は、近い将来下される事になるが、支援を得られる確率は非常に高い(90%以上)。しかし、光断層イメージングプロジェクトに参加した事や、その成果物である 16 チャネルの試作品を持っている事は、ほとんど利点とはならないものと思われる。癌研究プロジェクトでは、光イメージングは、一部に過ぎないからである。そのプロジェクトに対して提供される金額はまだ決定されていない。

定量化

・効果＝政府から提供される金額×0.9×光断層イメージングプロジェクトの影響

／組織および方法的効果

なし。

／労働因子的効果

J社では、13 名が本プロジェクトに携わっていた(フルタイムではない)。本プロジェクト以降、この研究分野での活動が増加した。中央研究所には、いわゆる“第 7 グループ”及び光学担当の研究室があり、合計約 10 名の研究者が現在この分野で研究を行っている。そのうち 4 名は、光断層イメージングシステムプロジェクトに携わった研究者である。中央研究所は 1994 年に設立され、当初第 7 研究グループは、光診断の研究に専念していたわけではなかったが、今ではこの分野を専門としている。光断層イメージングシステムプロジェクトを通じて、この分野で興味深い優れた結果を出す事ができるという事が分かったからである。その意味で、光断層イメージングシステムプロジェクトは、第 7 研究グループの、この分野への特化と能力の再編成に影響を及ぼしたと言える。特に、生体組織の特性(特に散乱吸収係数など)に関連したエンジニアリング光学に関する多くの知識を得る事ができた。これと並行して、J 社の費用で海外の研究所との協力も行われていた。従って、そのプロセスは、本プロジェクトによって促進されたものと言える。この場合、オプティカル CT に対してJ社が投入した全資源の 3 分の 1 は、政府資金であった(3 分の 2 は、J社の資源を用いた)。

定量化

・効果:4×当該分野において 4 名が技術革新活動に費やした時間×人件費(間接費を含む)×1／3

○ MEL

／技術的効果

本プロジェクトは、かつての MEL のチーム、H 大学の T 教授及び数社(B 社、J 社ではない)によって実施された光伝播の理論的及び実験的側面に関するほかの研究にある程度の効果をもたらした。Y 教授が研究している分野のひとつは、血中ブドウ糖の測定に関するものである。“伝統的な”アプローチは、採血をして分析するものであるが、一般的に無侵襲的分析にシフトする傾向があるため、光学的アプローチに関心が持たれている。そのため、血中にブドウ糖が蓄積する根本的原因や、組織の伝播特性へのブドウ糖蓄積の影響といった点を考慮する必要が発生した。このテーマについて 2 年前に当該技術研究組合のプロジェクトが発足した。MEL も関与しているもので、ブドウ糖の光学的測定のための部分・マイクロポンプの二つの部分からなる人工膵臓に関するものである。主要なコントラクターであるK社を含め、2企業が参加し、5年間のプロジェクトとして始まった。しかし、残念ながら、マイクロポンプの成果が思わしくなかったため、2 年後に政府によって中断された。ただし、ブドウ糖の光学的測定に関しては、非常に優れた結果が得られたので、来年度、更なる政府資金の提供を求めて、申請がなされる事が期待されている。

このプロジェクトの MEL に対する資金提供は小額に過ぎなかった。3 年目(このプロジェクトの停止直前)には、主要なコントラクターに対して、1 千万円しか分配されなかった。光断層イメージングシステムプロジェクトが存在していなかった場合、MEL がこのプロジェクトに関与したかどうかは判断が難しい。光断層イメージングシステムプロジェクト(および、それ以前のプロジェクト)で得られた知識は不可欠ではあるが、この種のプロジェクトでは、MEL はパートナーとして関与するのが

普通だからだ。一ついえる事は、光断層イメージングシステムプロジェクトが人体の光の伝播の測定が可能である事を実証した事で、この研究分野の今後の進展の道を切り開いたという事である。

定量化

・効果＝MEL とＹ 教授が当該技術研究組合プロジェクトのために受領した金額

／商業的効果（ネットワーク効果）

本プロジェクトのパートナー同士の関係は現在でも継続しているが、関係が始まったのは、それ以前の、科学技術庁による支援プロジェクトの時点である。パートナーは全て同じであった。光断層イメージングシステムプロジェクトでは、Ｙ 教授や、かつての MEL のチームは、海外の研究者との良好な関係を構築する事ができた。

／組織および方法的効果

本プロジェクトを通じて、Ｙ 教授は、技術的にまったく新しい、既存でないものを創造するには、まず、ハイレベルの目標を設定し、詳細な研究開発計画を作成し、高度な能力を持ち、互いに補完し合えるようなチームを組織する事が必要であると感じた。これはＹ 教授の個人的見解である。Ｙ 教授は2 年前にMEL を離れ、大学に移ったため、教授の経験に基づくこの見解は、MEL 内の他の部署には伝えられていない。

／労働因子的効果

MEL は、PhD 未取得の若い学生を１ 名、本プロジェクトのためにＹ 教授のもとへ配置したが、Ｙ 教授は、MEL に来ていた外国人学生に主に作業を依頼していた。当該技術研究組合の資金から外国人学生への支払いをする事は禁じられていたため、Ｙ 教授は、科学技術庁のフェローシップの資金を申請し、欧米からの 4～5 名の若い研究者(加えて 2 名の中国人がアルゴリズムの改善に携わっていた)への支払い資金を確保した。ただし、彼らは Ｙ 教授が招いたのではなく、彼らが MEL とＹ 教授に彼らの受け入れを依頼していた。しかし、当該技術研究組合のプロジェクトが無かったとしても、Ｙ教授は彼らを受け入れていたであろう。教授と彼らとの間には、それ程緊密ではないにせよ、現在でもコンタクトがある。

◆ 他社に対する効果

二つの主な効果が挙げられる。一つ目の効果は、製品 AA システムの生産のために Ｂ 社に対して製品を供給しているサプライヤーに対する効果である。もう一つの効果は、光システムに関心を持ち始めた医療機器サプライヤーに対する効果である。これは特に、本プロジェクトの期間中にトポグラフィーベースのシステムの開発と製品化を開始し、自社の、市場における強さも手伝ってＢ 社に先駆けて製品を発売し、大きな市場シェアを獲得したＣ 社に当てはまる。光トモグラフィーに関するプレゼンテーション、報告、学術文献への記事の掲載の数を比較してみると、本プロジェクト以来、研究活動が増加している事が分かる。これは本プロジェクトの影響によるものと考える事ができる。

◆ ユーザに対する効果

本プロジェクトの特異性のため、①研究目的の使用と、診断や治療のための広範な実用的利用、②もとの TR ベースの装置の使用と、B 社のトポグラフィーベースの製品 AA 装置の使用、は、それぞれ区別して考えるべきである。

◆ その他

政策及び規制に関する効果は無い。

◆ アディショナリティ(additionality)

政府の支援なしには、光断層イメージングシステムプロジェクトは実施されなかったであろう事は明らかである。光学分野全体をみてみると、本プロジェクトによって、特にＪ 社のようなパートナーの光 CT 分野への取り組みが促進されたといえる。もう一方の企業パートナーである Ｂ 社については、本プロジェクトなしには、製品 AA を開発する事はほとんど不可能であったと思われる。本プロジェクトを通して、Ｊ 社は技術のみならず、このような用途の技術的、事業的環境についての一般的知識を得る事ができた。出版物からも明らかなように、本プロジェクトが、Ｊ 社にとってのトリガーとなった。光断層イメージングシステムプロジェクトは、光トモグラフィー、光トポグラフィーの使用、そして、それらの市場形成の引き金となった。

■ 5.まとめ：全ての評価法が出会う典型的な問題と BETA 法による対処法

BETA 法を用いて基盤技術・先端材料研究（BRITE-EURAM）プログラムの効果分析を実施したが、BETA 法が得意とする事と逆に不得意とするところについて自分達自ら理解した。評価では、まず R&D 協力プロジェクトが工業に及ぼすインパクトを調査している。このインパクトは、プロジェクトに関係した多くのパートナーが用いる様々な直接的および間接的方法から生じた。どのような評価方法であっても直接的効果、主たるパートナー、短期的効果には限界があり、また効果の型式の持つ限界が誤解をも生み出すので、プログラムの成功・失敗を言及するには困難がある。BETA で用いる大きなデータベースの詳細分析では、パートナーの特性、総額に対する分析 R&D プロジェクトの組織的構造、観察された効果の特性がどのようにインパクトを発生させているのかについて注目した。

欧州宇宙開発計画で実施された宇宙計画に対し BETA は評価研究を行ったが、そこから分かったのは、企業の間接効果の総額とプロフィールは、R&D プロジェクト目的で構築された工業的ネットワークの中での間接効果との大きさとその位置に大きく相関しているという事である（Zuscovitch and Cohen,1994 参照）。BETA 法が見つけた（幾つかの例では見出されなかったかもしれないが）重要な特徴は、RTD 計画とそれが発生した工業的効果との間にある協調性である（例えば、第 2BRITE／EURAM 研究、Material Ireland 研究、 Procap 研究参照）。公的権威が産／官 R&D 協力を通じて革新的プログラムを推進する場合、成功の成否は使った公的資金の額ではなくてどのようなプログラムを設計し、推進し、 既存の革新的体系と結合したかという点に依存すると考える。

方法論的な観点から見れば、BETA 法は全ての評価法が出会う典型的な問題の幾つかに対して部分的に対処するだけと言える。（Bach and Georghiou,1998 に記載されているように）これら古典的な問題は以下に示す 4 つのカテゴリより構築されている。

1 番目のカテゴリは、長期的な、プログラムのパートナーから非パートナーへの、そして微視レベルから中位及び巨大レベルへの、時間と空間を通した効果の伝播（propagation）がどんなものであるのかを見極めたり、アクセスしたりする事の困難性である。この伝播または拡散現象は、微視レベル状況では限界のある‘グロス効果’とは反対の‘正味効果(net effects)’におけるアセスメント、サンプリング、外挿性に対して困難な状況をもたらす。しかし、BETA 法はこれらに明確に対処可能である。する。即ちそのような評価は BETA の枠外にあり、パートナーレベルで始まった伝播の極初期段階からのヒント以外には何も生じない。BETA 法では‘経済の残り物’に関する RTD インパクト評価は許さない立場をとっている。

2 番目のカテゴリは、革新を導く因子間の‘分離可能性(separability)’である。特質の 1 つは、例えば会社内で他のプロジェクトが平行して運営されていて、あるプロジェクト評価が‘プロジェクト誤謬’の原因または兆しとなってしまっても、全ての便益を評価プロジェクトに‘振り分ける(attribute)’事が可能と言う点である。別の特質は、革新化するために次から次へと要求される市場化能力、管理運営能力、‘生産チャンピオン’、‘門番’といった知識、能力、そして／または個人という形での資産に関する補完性にある。このような状況下では、注目した評価に関する R&D 研究の影響は過大評価傾向となる。特質の 3 番目は、共同プロジェクトに固有なものであって互いに関係したパートナーの夫々の影響を分割する困難さ（不可能さ）である。分割可能性問題の第 1 番目の特質に対する BETA の対処法は、インタビューアーの支援でインタビューを受ける管理者が‘父権係数(fatherhood coefficient)’を使用できる点にある。これは、資産間の分離に関係する第 1 ステップとプロジェクト間の分離に関係する第 2 ステップのような、2 つのステップによる評価プロセスを用いる時に使われるものである。ほとんどの状況下では、研究、市場、財政等の異なる部門に関係して色々な管理者がおり、その教育的背景も異なっている人達が一緒にインタビューを受ける事になる。インタビューに長らく関わった実践から、管理者達が合意するのは父権係数の最小値であり、最小評価を使うという事が分かっている。いずれにせよ、この種の評価には主観主義が不可避なものとして残る。分離可能性問題については、BETA 法では全てのパートナーのプロジェクトを包含しているので、二重カウントする危険性が小さくその点で優位な方法と言える。

3 番目のカテゴリは、アディショナリティ(additionality)に関連した問題であり分離可能性問題にも関連する。この種の問題を取り扱うときに受け入れ可能な異なる見解がある事を最近の研究が強調している：それは、入力、出力、およびふるまいに関するアディショナリティである(Buisseret, Cameron and Georghiou,1995)。評価したプログラムはどのような差異を作るのか、もし作るのであれば公的な介在を正当化できるのかといった利害状態に関する質問、（機会費用の疑問に関連して）

それは別のプログラムで投資されたほうが良かったのではないかといった別の質問も生じる可能性がある。このようなアディショナリティに関する困難性は、パートナーまたはプロジェクトレベル、プログラムレベル、または政策レベルのどの状態でも出現する。BETA 法は基本的には微視的(ミクロ的)アプローチであるため、プログラムや政策といったより高いレベルの疑問に対し部分的な情報または印象のみしか出せない。逆にミクロレベルではいろいろな対処を実施できる。例えば BETA 法では、インタビューを受ける管理者に対し明確な代替的シナリオに関する質問をしない。つまり、別の言葉で言えば、‘無の仮定(null hypothesis)’または‘評価プロジェクトの欠席(absence of the evaluated project)’は参考として取り扱っているので、‘代替的参考シナリオ(alternative reference scenario)’を改良することができる。さらに、例えば EC の場合、たくさんの提案の中からECによる選択の‘カット(cut)’が起こるが、この直後に順位付けを受けた‘統制組織(control organization)’も評価に参加させる事が可能である。BETA 法では、この様にして方法論的な加速を付加できる点にも特徴がある。

4 番目のカテゴリは、評価の制度化に関して必要性や自発性が求められた時に生じる問題である。典型的事項としては、多様な利害関係者(stakeholders)の介在、プログラムの設計や履行時期に絡んだ評価時期の選定、評価に必要な資源、評価者の選択、評価実施の再現性、データ収集方法及びその他が列挙される(OECD、1997)。この状況に対して BETA 法は幾つかの対処療法を持っている。サンプリングや調査目的に叶う判断基準の選択について、例えばインタビュー及びデータ収集分析作業が概略パートナーに付き 1 人・週必要というような時間と資源を消費するアプローチを伴う場合、プログラムそのもの及び評価作業の目的に添った良い知識が必要となる。BETA が共同で取り組んだ幾つかの大学研究室における経験及び同一の方法論ベースで他の組織によって実行された研究(例えば Garcia, Amesse and Silva,1996 参照)は、即効性がなく明確でもない事が明らかになっている。実効的で重要な面は、BETA がインタビューを通じて収集した情報およびパートナーのサンプルは秘密を保持するという点である。秘密性の保持は、インタビューを受ける管理者に対して積極性を促す非常に良い前提となるし、それは戦略的な情報でなくとも管理者達にとって重要なものとなる。但し、そのような秘密性はインタビューの再履行や定期的な評価キャンペーンにおいて、きちんと維持されるかどうかは確かでない。

制度化の一面として特筆しておきたいのは、研究所の意思決定者達が結果をよく利用するという事実である。BETA 法によって示された結果は、時として、あまりにも単純な道筋の中での定量結果として位置付けられたり、‘1 ユーロの国家投資によりｘユーロの利益が発生した’というような費用対効果が存在していたりする時に混乱と誤謬が生じる。他の評価方法では、プログラムのみならずその評価に影響するような事後形成や事前行動に関して、探索を積み重ね、妥当性を加速し、アプローチの質を高めるといった‘教育’を利用者に施す必要がある。一方、我々が得た経験に依れば、彼らがより早い段階で与えられた条件を実行するならば、BETA 法は多様な RTD プログラムに適用可能である。BETA 法は、RTD プログラムで始動した革新的プロセスに対してより良い応答性を示す。特に、共同プロジェクトといった評価の事前行動を助けるような定性的次元を持つものが設定されていると、効果の加速は大きい。

BETA 法に関するその他のオリジナリティーとして、ケーススタディ対統計的分析、主流／費用対便益分析対より‘異端(heterodox)’的アプローチ、パートナー対内的／外的ネットワーキング現象、創生と技術的及び組織的な日常業務の変化、さらには創生と学習プロセスの変化をターゲットにした‘混合アプローチ(mixed approach)’が可能であるという点である。これらはパートナーの能力に多様に影響する革新的タームである事に注意を要する。BETA 法は本質的には、パートナーの知識形成に基づく開発、成文化、組み合わせ、取得、貯蔵、分かち合い、探査及びその他を対象にした様々な検証を実施するという特徴を有している。知識の過程においてこれらを形成することは、即ちあらゆる革新のコア形成に繋がっており、競争力と技術および価値を生み出す原動力となっている。BETA 法は長い積み重ねで構築した概念と経済的知識のツールを持つが、一方では理論的かつ方法論的な面からのアプローチも重要な研究課題となっている。

■参考文献

- (株)三菱総合研究所:“海外の評価期間を活用した医療福祉機器技術研究開発制度の評価に関する調査”, 平成14 年度経済産業省委託調査報告, (2003.3).オリジナル報告書は″Evaluation of the National Research and Development Programme for Medical and Welfare Devices″, report by the PREST with different partners (incl. Beta) for case- studies, project supported by Mitsubishi Research Institute Inc., Tokyo.
- BETA: The indirect economic effects of the European Space Agency's programmes、 European space agency, 8-10, rue Mario-Nikis, 75738 PARIS CEDEX 15, France, esa BR-63, ISBN 92-9092-031-9 (1991.4)
- Jaffe, A.B.: "Economic Analysis of Research Spillovers; Implications for the Advanced Technology Program", NIST, US Department of Commerce Technology Administration, NIST GCR 97-708(1996).
- L. Bach and G. Lambert: Evaluation of the economic effects of large R&D programmes: the case of the European space programme, Research Evaluation p17 (1992.4)
- L. Bach, P. Cohendet, G. Lambert, M. J. Ledoux: "Measuring and Managing Spinoffs: The Case of the Spinoffs Generated by ESA programs", Space Economics Vol.144 Progress in American Institute of Aeronautics and Aeronautics (1992).
- L. BACH, Nuria CONDE MORIST, M. J. LEDOUX, M. MATT, V. SCHAEFFER: "Evaluation of the Economic Effects of Brite-Euram Programmes on the European Industry", Scientmetrics 34 , 326 (1995).
- L. Bach , M-J Ledoux, M. Matt: "Evaluation of the BRITE／EURAM program", in Shapira and Kuhlmann(eds) "Learning from Science and Technology Policy Evaluation: Experience from the United States and Europe ", Edward Elgar (2003).
- L. Bach: The Assessment of the Socioeconomic Impact of Public R&D in France; Perspectives on Practice and Research 研究開発の社会,経済的評価に関する国際会議,(2002.4)。
- L. Georghiou, J. Rigby, H. Cameron: "Assessing the Socio-economic Impacts of the Framework Programme", (2002.6).

1. 調査研究の詳細

1.2. 調査とメトリックス

1.2.6. アディショナリティ測定

東京大学 名誉教授
(財)政策科学研究所 理事
平澤 冷

青山学院大学法学部
教授 菊池 純一

芝浦工業大学大学院工学マネジメント科
教授 鈴木 潤

大学評価・学位授与機構
助教授 林 隆之

(財)政策科学研究所
田原 敬一郎、川島 啓

■ 1.アディショナリティの考え方

多くの国々で企業等研究開発活動に対して助成プログラムや優遇税制などのイノベーション政策がとられている。こうした状況は先進諸国がイノベーションに関する政策立案競争を行っていると言って良い。したがって、政策当局者は優れたイノベーション政策を展開するために、イノベーション促進のための政策的措置を評価するツールや概念を必要としている。

アディショナリティとは企業等の R&D に対するイノベーション促進施策の影響を評価するための評価概念であり、政策のインパクト・アナリシス(IA:Impact Analysis)のための基本的評価ツールである。アディショナリティの基本的な考え方は、「政策があった場合となかった場合とを比較して、政策が企業の R&D 活動に及ぼしたさまざまな影響を定量化する」というものである。一般の費用対便益分析が Monetary Term に換算できる効果しか扱わないのに対し、アディショナリティの分析では企業の戦略的行動の変化やリソースの変化、ネットワーク形成の効果など、幅広い内容を扱うことが可能である。

図 2.6-1 はアディショナリティ計測の考えた方を図示したものである。企業はイノベーション政策の関与があってもなくても、研究開発を実施し、一定の成果を上げている。点 I_1 および I_2 はそれぞれ、助成を受けた企業 1 と助成を受けていない企業 2 の R&D プロジェクト開始時点の実績(金銭的価値に換算できる何らかの価値の指標)を示している。また、点 O_1 と点 O_2 はそれぞれの企業の R&D プロジェクト終了時点の実績を示している。

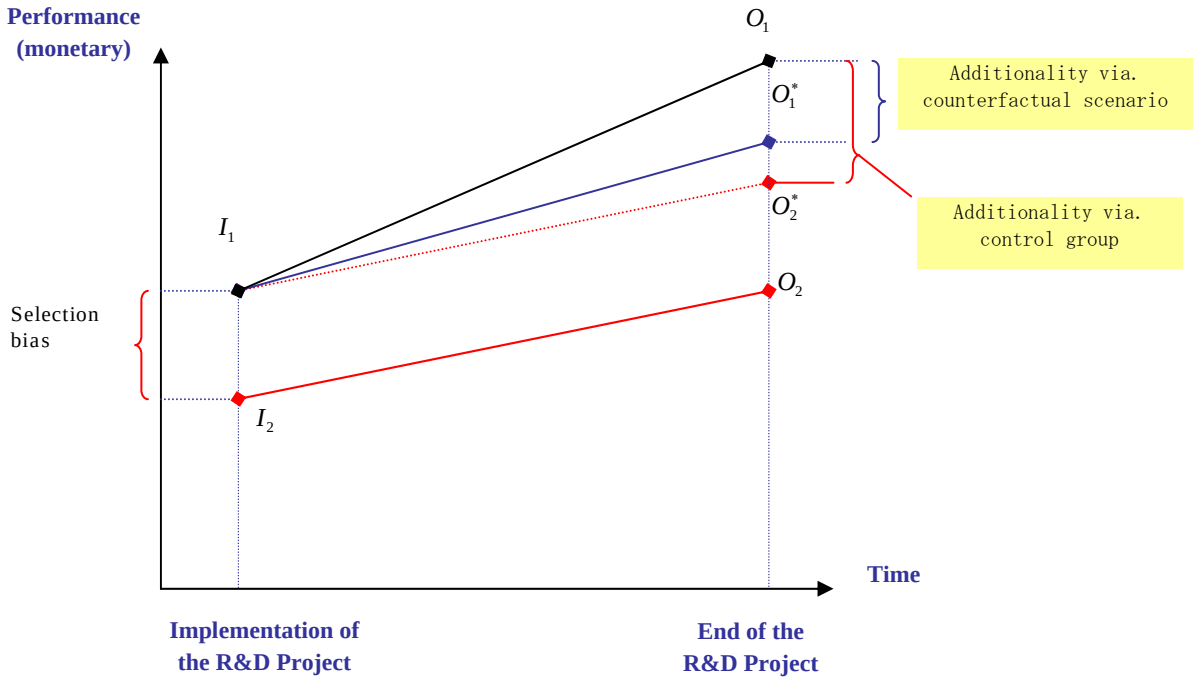


図 2.6-1 アディショナリティ測定の考え方

事後段階において事実として観測できるのは、点 I_1、I_2、O_1、O_2であり、R&D パフォーマンスとして単純に計測できるのは O_1-I_1、O_2-I_2 である。しかしながら、アディショナリティの測定では、Before-After の関係を見るのではなく、With-Without の関係をみるために、仮想的な非実施ケースを想定して、そのケースの場合との比較を試みることになる。

比較の方法には二通りあり、「仮想的非実施ケース(counter factual scenario)との比較」と「非実施グループ(control group)との比較」がある。仮想的非実施ケースとの比較は、当該企業(企業 1)のトレンド分析やヒアリング等から、公的資金による助成がなかった場合の到達点 O_1^*、を推計し、$O_1^*-I_1$をアディショナリティとして計測するものである。一方、非実施グループとの比較では、助成がなかった企業 2 の実績 O_2を、助成対象である企業 1 と比較できるようにレベル補正を行い(selection bias の補正)、企業 1 の仮想的な非実施ケースでの実績 O_2^*に換算した後に、$O_2^*-I_1$をアディショナリティとして計測する。どちらの方法を取るかは、いかなるアディショナリティを計測するかという問題と、入手できるデータに依存する問題である。

このように、アディショナリティ測定は基本的に公的資金が果たしたネットの影響を計測するためのものであり、かつ、事後的にしか把握することができない性質のものである。欧州等でアディショナリティ測定を伴うインパクト・アナリシスは通常、追跡調査の段階で実施される。これは、研究開発のアウトカムに限らず、企業のその後の R&D 戦略や体制・マネジメント等への影響が明らかになるのは当該 R&D が終了した直後でも不十分であり、相当の期間を置いて初めて認識されるという考え方による。

■ 2.アディショナリティの基本類型

アディショナリティには大きく分けて次の3つの類型がある[1]。

- インプット・アディショナリティ(Input additionality)
- アウトプット／アウトカム・アディショナリティ(Output/Outcome additionality)
- ビヘイビアル・アディショナリティ(Behavioural additionality)

インプット・アディショナリティとは、公的資金によって企業の研究開発投資が誘発されたかどうかを計測する概念である。また、アウトプット／アウトカム・アディショナリティとは、R&D の実績や企業の実績に対して公的資金がどのように影響を及ぼしたかについて計測する概念である。さらに、ビヘイビアル・アディショナリティとは、企業の R&D 戦略や体制・マネジメント等への影響、研究者ネットワークへの影響、産学連携・地域クラスターの形成等への影響など、R&D プロジェクトに係わったステイクホルダの行動変化に対する影響を計測する概念である。図 2.6-2 はこれら3つのアディショナリティの基本類型の関係を示している。

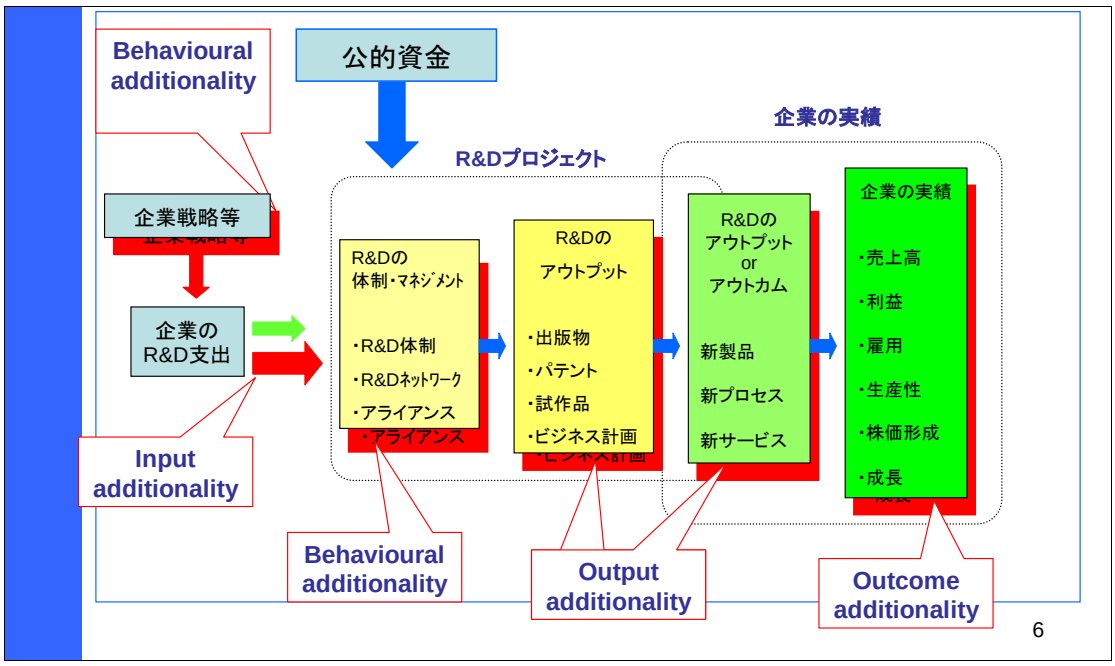


図 2.6-2　アディショナリティの類型

以下では、この 3 つの類型に従ってそれぞれのアディショナリティを概説する。

■ 3.インプット・アディショナリティ(Input Additionality)

3.1.インプット・アディショナリティの考え方

イノベーション政策の展開において重要なことは、研究開発投資の主導的な役割を担う企業が研究開発投資を活発に行うかどうかということがまず問題となる。研究開発の成果は一定の成功率を所与にした場合、その活動の源である資金量にある程度依存して得られると想定可能である。インプット・アディショナリティとは、公的資金による企業への研究開発助成

[1]この他に、cognitive capacity additionality, strategic additionality, scale additionality, scope additionality 等の分類をしている文献もあるが、上に示した類型の拡張として捉えることができる。また、全体的なアディショナリティーをシステム・アディショナリティー(system additionality)と称することもある。

が、行われなかった場合と比較して、どれくらい企業の研究開発投資を誘発したかを計測するものであり、イノベーション政策の即時的・短期的な影響をみる指標である。

企業等の研究開発投資に公的資金が助成された場合の結果は次の4パターンが考えられる(図 2.6-3 参照)。すなわち、

1) 完全なクラウディング・アウトのケース
2) 部分的なクラウディング・アウトのケース
3) 誘発が0のケース
4) インプット・アディショナリティが認められるケース

「完全なクラウディング・アウト」のケースでは、公的資金が助成されることで民間企業はその分の資金を研究開発以外の用途に充ててしまい、事実上、民間の研究開発投資額が目減りしてしまう。

「部分的なクラウディング・アウト」のケースでは、企業は公的資金による助成部分の一部を他の用途に使用し、自らの研究開発費を節約する。節約した分だけ民間企業の研究開発費の総額は目減りする。

「誘発が0」のケースでは、企業は自らの研究開発費プラス公的資金で研究開発を行うが、企業が研究開発費の総額を増やすことはない。

「インプット・アディショナリティが認められる」ケースでは、公的資金が助成されることで、企業の自己資金だけでは取り組むことが難しい研究開発が実施され、かつ企業もそのような研究開発案件に対して資金を増加して取り組むために、民間企業の研究費総額が誘発的に増加する。この増加した部分がインプット・アディショナリティに相当する。

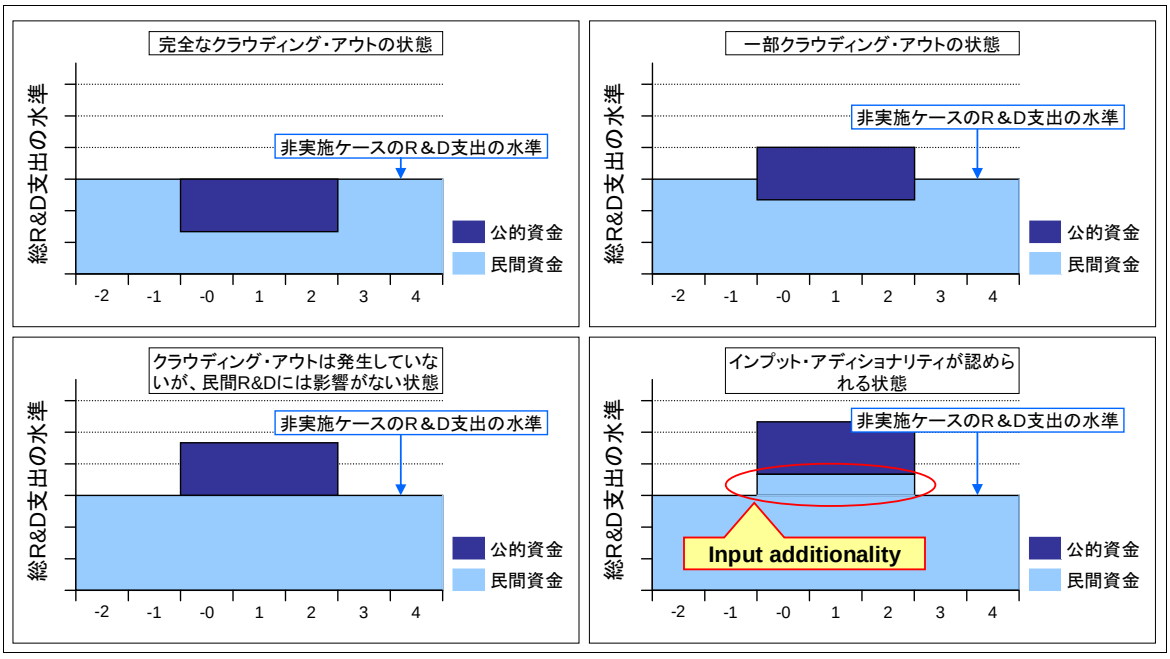


図 2.6-3 公的資金による研究開発助成と民間企業の R&D 支出の水準の変化

3.2.インプット・アディショナリティの計測方法

インプット・アディショナリティの計測方法は企業の研究開発費に関するデータセットが得られれば計量経済学分析によって計測することが可能である。

◆ 1企業レベル:

ある企業の R&D 支出に関する費用関数をモデル化し、公的資金が供与される期間にダミー変数を介在させ、インプット・アディショナリティを評価。(Input additionality via counterfactual scenario を評価)

◆ パネル分析:

ある特定期間における企業のパネルデータを収集し、公的資金が供与された企業、されなかった企業とでパラメータを推計(Input addtionality via control groupe を評価)

◆ 事例:Streicher, et al., 2004

・ The Austrian Industrial Research Promotion fund (FFF)による補助金が企業の R&D 支出に与えた影響を評価。

・ 補助金を受けた企業と受けていない企業(control groupe)の売上高(ラグ付き), R&D 支出額(前期), 補助金額のデータからを当期の R&D 支出額をパネル推計

・ モデル:

$$R\&D_{i,t} = \lambda R\&D_{i,t-1} + \alpha\, subsidies_{i,t} + \sum_{k=1}^{4} \beta_k ((turnover_{i,t} + turnover_{i,t-1})/2)^k + \sum_{t=1988}^{2002} Dt + \gamma_i + \varepsilon_{i,t}$$

$$firms(i): i = 1, 2, \ldots, n., \quad n = 495, \quad time(t): t = 1997 - 2002$$

・ 推計方法:一般化最小自乗法(GLS with cross section weighting)

・ 推計結果:

Dependent variable:	R&D expenditure		
Estimation period:	1997-2002		
Estimation method:	GLS(cross-section weight)		
	Coefficient	s.e.	p-value
R&D expenditure(-1)	0.701	0.02	0.00
FFF funding	1.400	0.07	0.00
(turnover + turnover(-1))	0.008	0.00	0.00
(turnover + turnover(-1))^2	-2.80E-08	7.40E-09	0.00
(turnover + turnover(-1))^3	5.40E-14	1.28E-14	0.00
(turnover + turnover(-1))^4	-1.40E-20	3.98E-21	0.00
Dummy 1998	-18.10	3.53	0.00
Dummy 1999	-13.34	3.83	0.00
Dummy 2000	-27.91	4.19	0.00
Dummy 2001	-85.36	8.38	0.00
Dummy 2002	89.92	15.04	0.00
# cross-section units	495		
# observations	2194		

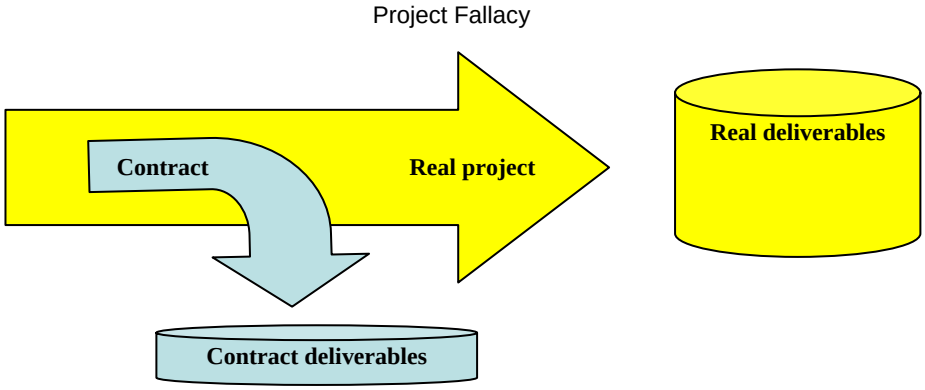
・ 推計結果から、1EUR の追加的資金が 1.40EUR の民間 R&D 支出の増加をもたらすことが明らかになっている。

多くの事例からは、1企業レベルの分析では公的資金のインプット・アディショナリティを評価することが難しいという結論が得られている。また、公的資金がクラウディング・アウトするかどうかは、企業の資金制約を考慮した場合、補助金等の交付の条件が企業にとって流動的であるかどうか(使い勝手の良いファンドかどうか)に依存することが明らかになっている(David et al., 2000)。

■ 4.アウトプット／アウトカム・アディショナリティ（Output / outcome additionality）

4.1.アウトプット／アウトカム・アディショナリティの考え方

一般に企業の研究開発プロジェクトは、独自のロードマップや全体計画に基づき研究開発を実施しているため、公的資金が助成される当該プロジェクトのみのパフォーマンスを計測しても、プロジェクトの誤謬（Project fallacy）が発生するおそれがある（図 2.6-4）。



出所：Luke Georghiou, ” Measuring the Returns on Research, Science and Technology”, Manchester, 2005/11/17

図 2.6-4 プロジェクトの誤謬

したがって、真の助成の効果を見るには、公的資金助成のための成果（deliverables）ではなく、企業が展開している関連する全ての研究開発プロジェクトの成果と照らし合わせてみなければならない。

アウトプット／アウトカム・アディショナリティは公的資金の助成により、ある企業内の研究開発のアウトプットもしくはそこから製品化され、市場化された後のアウトカム（企業の売上高（turnover）、利益（profit）等）に影響があったかどうかを検証することが目的であり、イノベーション政策の中期的・長期的影響を図るための指標であるといえる。

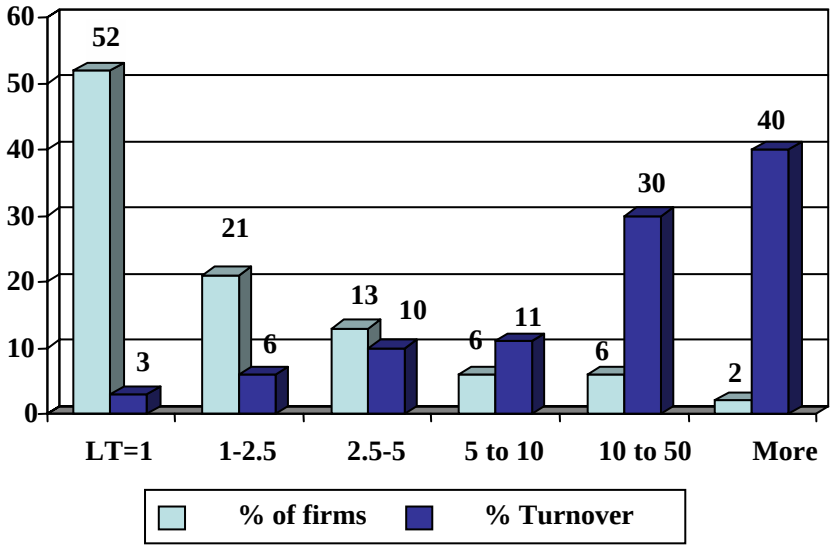
4.2.アウトプット／アウトカム・アディショナリティの計測方法

企業の研究開発担当部署の人間に対して、公的資金による助成がアウトプットやアウトカムに効果があったかどうかを面談等で調査するのが一般的である。アウトカムの場合には利益率や売上高のデータセットが得られれば、インプット・アディショナリティの場合と同様に計量経済分析が可能となるが、モデル式はより複雑な仮定を置かなければならない[2]。

◆ 事例：EUREKA Evaluation Report （1999）

- EUREKA プログラムによる資金よって R&D を実施した企業（256 社）の売上高に寄与した比率と企業の分布状況を調査。（企業の財務担当者への対面調査による聞き取り）
- 図 2.6-5 は調査結果を図示。縦軸は%（企業の割合、企業の利益率）、横軸はアウトカム・アディショナリティの大きさ（点数）

[2] インプット・アディショナリティの場合には企業の規模に関するデータ（利益率や売上高）をレベル補整に使えるが、アウトカム・アディショナリティの場合はそれらが被説明変数になるため、適切なレベル補整を行う変数を用意しなければならない。



出所：Luke Georghiou (1999)

図 2.6-5 アウトカム・アディショナリティの計測事例（EUREKA プログラム）

- 調査からは、アウトカム・アディショナリティが大きい企業では利益率が大きいが、企業数は非常に少なく、利益率の小さい多くの企業ではアディショナリティが小さいという結果になっている。
- 計量経済的なアプローチではこのような分散傾向を把握できないため、公的資金助成額1EURあたりのアウトカム・アディショナリティを導出することが難しい。（※研究開発投資に関する線形的な仮定そのものに問題があると考えられる）

■ 5.ビヘイビアル・アディショナリティ（Behavioural additionality）

5.1.ビヘイビアル・アディショナリティの考え方

インプット・アディショナリティやアウトプット／アウトカム・アディショナリティでは公的資金が企業行動に寄与率という形を通じて線形的な影響を及ぼすものという前提で議論されてきた。しかしながら、研究開発助成を受けて新たな取り組みを行う企業の活動は様々な影響を及ぼし、それらは助成を受ける側の企業の経営環境、経営戦略、地域的ネットワーク等の条件によって必ずしも同じような方向に働くとは限らない。むしろ、行動そのものの変化に着目して、望ましい変化が現れているかどうかを見ることの方が事例分析としての集積からイノベーション政策に資する知見が得られるものと考えられる。

ビヘイビアル・アディショナリティとは、公的資金による研究開発助成が企業の行動や研究開発環境にどれだけ望ましい変化を与えたかを見る指標である。ここで、マイナスの影響を考慮しないのは、ヒアリングを行う際にマイナスの影響を含めて聞くことが難しいことと、マイナスの影響が公的資金による研究開発助成を起因とするものかどうかを客観的に判断することが難しいからである。

また、ビヘイビアル・アディショナリティでは継続的な効果を重視する。助成期間が終了したら企業行動や研究開発活動のあり方そのものが元に戻ってしまった、という状況はイノベーションに貢献する行動の変化とは捉えず、単なる戦略的行動としてか見なさない。したがって、ビヘイビアル・アディショナリティは公的資金による研究開発助成の長期的効果を見るものである。

表 2.6-1 はフィンランドの科学技術庁（TEKES）における追跡調査で採用されているビヘイビアル・アディショナリティの例である。

表 2.6-1 公的資金助成がもたらす企業 R&D への正の影響

組織レベル / プロセスレベル	プロジェクト	企業の戦略	対象システム全体
インプット・レベル	投入資源の質 時間 リスク	R&D支出の予算 プロジェクトのポートフォリオ	知識のスピルオーバー
プロセス・レベル			
－内部への影響	プロジェクト・マネジメント 知財管理 プロジェクトのシナジー効果	マネジメントの改良	
－外部への影響	企業間協力 品質認証（quality stamp）	業務提携（alliances） 戦略的独立性 立地	ネットワーク／クラスター ベンチャーキャピタルや信金配分機関との関係性
アウトプット・レベル	プロセス改良 製品改良 学習効果	製品・サービスの特化 コア・アクティビティーの強化 学習・知識の専門化	環境影響 人的資源

出所：TEKES 資料

ビヘイビアル・アディショナリティは上に上げたように様々な影響を扱うことができるものの、定量的に把握できる指標が少なく、現在の評価研究のフロンティアにおいても、アンケートやヒアリングからの事例分析が主流を占めている。

5.2.ビヘイビアル・アディショナリティの計測方法

ビヘイビアル・アディショナリティの計測では、アンケートやヒアリングによって定性的な傾向を把握することが一般的である。質問の仕方としては、「○○の形成に対して、公的資金の研究開発助成が役に立ったと思うか？」という問いかけを助成プログラムに参加した企業に対して行う。分析はその分布を見て判断する。

◆ 事例：Folk, 2004

- The Austrian Industrial Research Promotion fund (FFF)による補助金が企業の行動に与えた影響を評価。
- 方法：アンケート調査
- FFF プログラムの資金を受けた企業 590 社に対して、behavioural additionality の各項目が該当するかどうか、Yes／No で質問。
- 質問と回答：表 2.6-2 参照

表 2.6-2 Folk(2004)におけるビヘイビアル・アディショナリティに関する調査結果

Collaboration and networking	Yes	No	Missing
Joint project proposal with customers/suppliers/research partners	52.43	37.75	9.81
Cooperation with research institutes	50.84	38.11	10.96
Cooperation with other companies	55.35	33.69	10.88
Building of research networks	31.39	56.23	12.38
Chain effects of public funding			
FFF-project is based on former R&D-projects of our company	44.39	44.47	11.14
FFF-project has resulted in subsequent projects	42.88	49.96	7.16
Project allowed us to extend R&D activities to new area	62.86	26.44	10.70

出所：Folk (2004)

- 判断基準としては Yes と回答した企業が 50%を上回ればビヘイビアル・アディショナリティが顕著であるとする。

■ 6.アディショナリティのまとめ

アディショナリティは従来のパフォーマンス計測と異なり、研究開発プロジェクトの枠に止まらず、影響を受ける主体の活動そのものを評価の対象としている。これは、プロジェクト単体の実績や効率性をいくら論じても、全体として(あるいは結果として)関係主体に良い影響があったことを確認できなければ、イノベーション政策を展開した意味がないということと、評価においてはイノベーション政策を改善していくための知見を得ること繋がらないためである。

欧州ではアディショナリティ分析は政策のインパクト分析の主流になりつつある。そこからの知見を集積することで、事前評価の段階でのインパクト・アセスメントを充実させるという、正のフィードバック・プロセスが展開されている。

我が国においても、イノベーション政策に関する評価を形式的、限定的なものにしないためには、研究開発助成のアディショナリティを把握し、広い観点で効果を捉える努力が必要であると考える。また、事例分析の蓄積は新たな評価概念を生むきっかけとなるため、我が国におけるインパクト分析の事例を海外に向けて発信していくことが、国際的な評価ソサエティにおける地位を向上させることになるだろう。

■ 参考文献

- David et al., 2000, “Is Public R&D A Complement of Substitute for Private R&D? A review of the Econometric Evidence”, Research Policy, 29.
- EUREKA Evaluation Report 1999.
- Folk, 2004, “Behavioural Additionality Effects of R&D Subsidies”, TIP Report.
- IPTS, 2002, “RTD Evaluation Toolbox”, JOINT RESEARCH CENTRE EUROPEAN COMMISSION.
- Luke Georghiou, “Evaluation of Behavioural Additionality. Concept Paper” in Making the Difference. The Evaluation of Behavioural Additionality fo R&D Subsidies, IWT-STUDIES 48, June, pp.7-20.
- Luke Georghiou, ”Measuring the Returns on Research, Science and Technology”, Manchester, 2005/11/17
- OECD, “ Government R&D Funding and Company Behaviour － Measuring Behavioural Additionality ”, Pre-publication copy, 2006.
- Streicher, et al., 2004, “Input Additionality Effects of R&D Subsidies in Austria”, TIP Report.

1. 調査研究の詳細

1.2. 調査とメトリックス

1.2.7. ソシオ・メトリックス

東京大学 名誉教授
(財)政策科学研究所 理事
平澤 冷

青山学院大学法学部
教授 菊池 純一

芝浦工業大学大学院工学マネジメント科
教授 鈴木 潤

大学評価・学位授与機構
助教授 林 隆之

(財)政策科学研究所
田原 敬一郎、川島 啓

ソシオ・メトリックスは、社会調査法の数量的手法を指す総称であり、これまでに多種多様な具体的手法が研究され、開発されている。本節では、特に、施策等の目標を設定し、実績を把握する際に重要となる以下のような課題に着目し、いくつかの特徴的なメトリックスをとりあげて解説する。

【社会の内部構造の把握】

当該施策等のターゲットとなる集団、受益者等を、施策等の目的や問題状況等に照らして特定し、その特徴を明らかにする。

こうした課題に対応する手法としては、次のようなものがあげられる。

- 消費者価値観分析法 VALS
- ディマンド学習法 LOD

【ターゲットとする受益者等に対する便益や影響等の把握】

明らかにされた当該施策のターゲットとなる集団、受益者等に、どのような便益がもたらされる(た)のか、どの程度の便益がもたらされる(た)のかを明らかにする。また、ターゲットとなる集団、受益者等はどのようなニーズをもっているのか等について明らかにする。

こうした課題に対応する手法としては、次のようなものがあげられる。

- インパクト・アセスメント
- CVM
- ・コンジョイント分析

以下では、これらの 5 つのメトリックスについて概要をまとめた。

■1.消費者価値観分析法 VALS

人生観・価値観が多様化してきた現代社会において、人々をどのように分類するのが適当であろうか。SRI コンサルティング・ビジネスインテリジェンス, Inc.（以下、SRIC-BI)が開発した VALS（Values and Lifestyles）は、2 つの軸を用いて人々を分類する。この分類は、54 の質問項目（A4 サイズ2枚程度の質問）によってなされる。この質問項目によってなされた分類は文化によって変わるので、質問項目を日本人向けにしたものが、Japan-VALS である。

縦軸は人々のイノベーションパワーを指標とする。これは受容先進性、新しいものを受け入れる早さを表す。この中には、年収、不動産の所有、といったリソースの大小が要素として含まれる。

横軸は日本人の生活者が生活の質のどのカテゴリに属するかという、社会心理学調査をバックとした視点を下敷きにしている。横軸の左へ行くほど外部指向型の性行が強くなり、右へ行くほど内部指向性の性行が強くなる。

外部指向型と内部指向型の特徴を列挙すると以下のようになる。

【外部指向型の特徴】

- 伝統的
- 仕事が最上位の人間活動
- 仕事の目標は所有物の収集
- 所有物によって自分の達成したものを他者にわからせる

【内部指向型の特徴】

- 現代的ベビーブーマー
- 社会の外部的な価値観に左右されにくい
- 伝統的な外部志向型の物質主義に反逆
- 社会変革への関心が高く推進者でもある

たとえば、カーナビゲーションシステムをこれから開発して売り込むことを希望する場合を考える。質問紙の内容は 3 つのカテゴリに分かれる。第 1 はサーフェスシートで上記縦軸の位置を決めるものであり、第 2 はマズローの価値分類をモデルとする社会心理学調査にかかわる質問内容から成り、54 の質問に対する回答パターンから上記横軸に対するセグメントの位置を判定する。第 3 の内容は、対象事項にかかわるものであり、カーナビの場合であるならば、その商品コンセプトと性能のバリエーションおよび予定価格帯等に対する選好度が判別できる内容になっている。

さて、商品開発を行う前に、この Japan-VALS を使ってサーベイを行う。その際、先取の気性のある人たち（セグメント）に注目する。この人たちがカーナビ購入者の先行指標となるはずである。しかし、このグループの人みんながカーナビを購入できるわけではない。自分の希望するものを手に入れることができるのはリソースのある、縦軸の上の方の集団に多いはずである。結局、各セグメントの人たちが開発予定の商品にどう反応するか、その分布とセグメント特性との関係を分析し、社会全体への需要メカニズムを推定する。

Japan-VALS の商業分野への活用方法には以下のものがある。

①新商品の開発

誰をターゲットに、どのようなベネフィットを提供するかを分析できる。

②既存商品の見直し

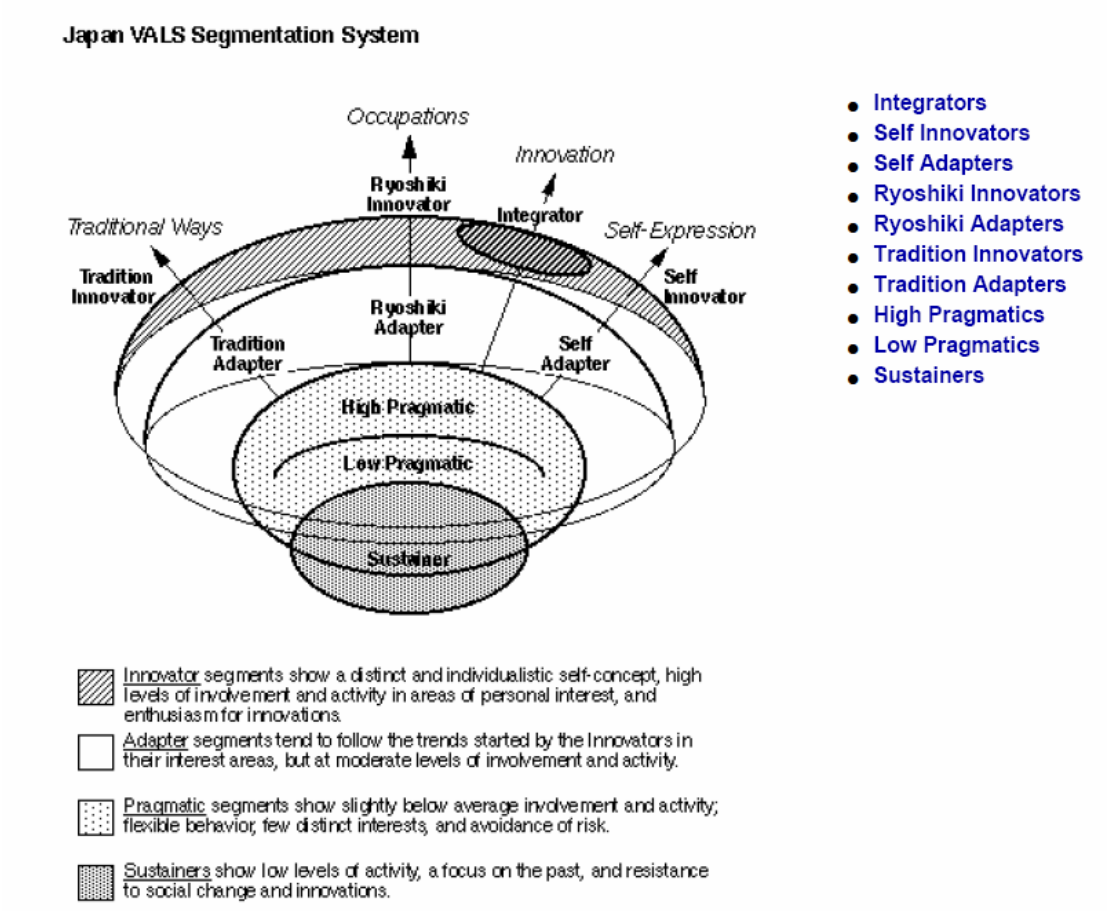
競合状況を理解した上で、自社商品をユーザの頭のなかのどこに位置付けるかを分析できる。

③コミュニケーション（広告・宣伝）

ターゲットの好みにあったコミュニケーションをしているか分析できる。

④販売結果のチェック→マーケティング課題へのフィードバック

本当にねらったターゲットが購入しているのか、また、今後のマーケティング課題が分析できる。



（出典）SRIC-BI ウェブサイト　http://www.sric-bi.com/VALS/JVALSbackground.shtml

図 2.7.-1　Japan-VALS のセグメント・システム

■ 2.ディマンド学習法 LOD（Learning on Demand）

SRIC-BI が開発したディマンド学習法は、ある集団において、何が真のディマンドであるのかをネットを通して確認するサーバーのソフトウェアである。アメリカでは、数 10 社の企業が加盟して、ネット上で様々なディマンドの調査・確認を行っている。

LOD システムにより従業員の達成度が改善されるために、以下の結果が得られる。

・生産性向上
・市場に到達する時間およびプロダクトサイクル時間の短縮
・顧客サービス機能の質と反応度の向上
・生産量の増大
・マーケティングと販売の努力を最大化する

LOD システムにより、戦略レベルでは以下の結果が得られる。

・生涯の学習者であり、高く動機づけられ、イニシャティブと創造性を発揮する従業員を会社に引きつけ、とどまらせることを手助けする
・従業員の仕事の責任と日々のルーチンの本質的な部分として学習行動を位置付ける
・従業員に会社のニーズにあった大学レベルの教材を適時に都合良く提供する

・学習組織を創造するのに必要な文化を作り上げる

LOD の操作上の特徴は以下の通りである。

・従業員が直面する特定の問題や挑戦を解決するために教材を調べるというタスクに動かされた学習が可能になる
・教材のユーザが最適の速さで進めるようにし、個人のスケジュールに学習課程を組み込めるようにする
・指導方法を各人の学習モードに合わせて作れる
・以下のことによって伝統的なクラスの重大なコストを回避することが出来る
- 運賃や教室の経費の削除
- 仕事場から離れる時間の削減
- 講師謝金の負担をより多くの聴衆に配分する
- 集団の中で一番学習速度の遅いものに教材の進度を合わせることを避ける

・与えられた教材に対するユーザの理解度を測定し、教材にたいする習熟が完全になった時点で新しい教材へ進む

LOD の活用は、政策形成のレベルでも可能であろう。その際には、サーバー管理をエージェントに頼むことになる。別の言葉で言えば、政府が知りたいディマンドのオペレーションをエージェントに頼むことになる。この際、企業の中では回答をある意味では強制的に頼むことが出来るのだが、社会の構成員に対しては回答を強制的に頼むことは出来ない。しかし、ネットが普及している、ある特定の層を対象にしてならば、調査をすることは可能であると考えられる。しかし、社会全体の調査に関しては、もう少し社会の情報基盤が整ってから LOD を活用すれば有効であると言うことになるであろう。

■ 3. インパクト・アセスメント

第 3 期科学技術基本計画では、「政策課題対応型研究開発」において取り組む課題の重点化を図るべきことが述べられ、そのため「分野別推進戦略の策定」に際しいわゆるインパクト・アセスメント（波及効果の事前評価）をすべきこととされている。その際、科学技術インパクトについては、従来、科学技術政策研究所が実施してきたデルファイ法を適用できるとしても、経済性インパクトや社会性インパクトに関してはデルファイ法は原理的にほとんど無力である。それに代わるアプローチとして英国では「フォーサイト」を、また独国では「フトゥア(Futur)」を展開してきた。しかしこれらのアプローチも当初の設定では具体的な政策形成に活かすことが困難であり、現在では EU における次期フレームワーク計画（FP7）のためのインパクト・アセスメントに典型的にみられるように、インパクト分析を深める方向へと発展してきている。

社会への波及効果の事前評価は、我が国ではまだ本格的に実施されたことが無く、この目的に適した方法論の開発と共に、具体的課題に対してインパクト・アセスメントを実施する必要がある。そこで、欧州委員会において新たに開発されたインパクト・アセスメントについて、我が国への参考情報となるよう、「A HANDBOOK FOR IMPACT ASSESSMENT IN THE COMMISSION- How to do an Impact Assessment」の抄訳を以下に収録した。

1. 問題点とその原因の発見

問題分析のロードマップ

- 解決を要する問題を明らかにする
- それがなぜ問題であるかを述べる
- その原因を明らかにする
- 主な関与者、影響を受ける集団を明らかにする
- 補完性原理と均衡原理を考慮する

問題の理解

問題を理解するための 3 つの基本的な手順は次のとおりである。

1. 取り組むべき問題を明らかにする。対象とする問題点についての理解が明確でなければ、正しい解決策を提案することは望めない。

2. それがなぜ問題であるかを判定し、できるだけ具体的に記述する。たとえば経済的、環境的、社会的影響を定性的および定量的に述べる。

3. 誰が、または何がその問題の原因であるか、それを解決するための措置が誰に、または何に影響を及ぼすかを確認する。原因の発見が最重要であり、それがあって初めて解決策を向けるべき最良の標的が明らかになる。

問題の原因を明らかにする

貧困の直接の原因は金銭の不足であるが、その背景となる原因は数多く、かつ複雑である。たとえば片親家庭が両親の揃った家庭よりも貧しい傾向があることを示しても、片親家庭であることが貧困の「原因」であることを証明したことにはならない。なぜ片親家庭が貧しいのかを問い、更に考察を進める必要がある。

問題を深く追求することで最も有効な対策が見出されることは少なくない。

1 つの問題の原因にはいくつかの要因があり、それぞれ異なる形で寄与していることが多いので、ある特定の要因がどのようにして問題を引き起こしているかを確認することが必要である。そのような場合には因果関係の連鎖、すなわち様々の要因の直接間接の相互影響を注意深くたどらなければならない。また影響を受ける者の利害関係を理解することも、妥当な政策を立案する上で有効である。

介入の理由

基本的な社会目標の達成

公的機関による介入の多くは、社会に共有されている目的を達成し共通の価値を維持することを目的としている。たとえば人権や自由の擁護、基本的サービスの保証、社会的正義の追求、生活の質の向上などがそのような目的に含まれる。

「市場の失敗」と「規制の失敗」

問題の原因を見出そうとするとき、問題を「市場の失敗」と「規制の失敗」という 2 つの異なった視点から考察することが有用である。社会全体の利益であるはずの成果を市場が適切に配分できなかったことから問題が生じていることが屡々ある。この「市場の失敗」がそれ自体、公的機関が適切な法規制の枠組を提供しなかったことに起因している場合もまた少なくない。付録 2 に更に詳細な説明がある。

市場の失敗・規制の失敗と環境問題・社会問題

大気汚染などの環境問題は、汚染物質の排出に対してコストがかからないことから生ずることが多い。失業のような社会問題も、雇用と労働者の能力とを適合させるのに市場が失敗したためと見なすことができる。

この枠組は、性差別・人種差別などの倫理的色彩の強い問題の分析にも役立つ。たとえば労働時間の規制には、女性の労働市場への参入を妨げることで性差別を固定する面がある。

市場の失敗や規制の失敗の存在を示すこと、あるいは問題が基本的な社会目標に関わることを示すことだけでは、欧州レベルの対策を正当化するには十分でない。問題の市場または規制の失敗が問題を生じさせていること、公的機関の介入が問題解決に役立つことを証明する必要がある。また EC レベルの対策が問題解決の最良の方法であるとは限らず、むしろ国あるいは地域が取り組むべき問題もあり、この点についても考察が必要である。

情報とデータの収集

良いインパクト分析のためには質の高いデータと情報が不可欠である。したがって、どのような情報が必要であるか(どこに知識ギャップがあるか)を早い段階で確認しておかなければならない。評価レポート、統計、研究報告書など既存の資料から十分な情報が得られることもあるが、場合によっては新たな調査や外部のコンサルティング(7 章参照)を利用して更にデータを収集しなければならない。

条約の基礎、補完性と均衡性

問題解決のために EU の介入が適切であるかどうかは、条約および補完性(subsidiarity)・均衡性(proportionality)に関する協定[1]に照らして判断する必要がある。補完性および均衡性の原理によれば、EU の行動は、各加盟国の行動よりも有効であることを示すことによって正当化されなければならない。次のような問題を検討する際に、この両原理の適用に関する協定を指針として利用することができる。

- 問題が1国の規制では適切に対処できないような国際的性格のものであるかどうか。たとえば国境を越えた汚染物拡散の問題(大気圏の広い範囲を移動する酸性雨など)に対しては欧州共同体規制が最も有効であろう。
- 加盟国の行動のみでは、あるいは EU レベルの行動がなされなければ、条約の要求との矛盾が生ずるか、またはその他何らかの形で加盟国の利益が侵害されるか。
- 加盟国レベルの行動に比べて EU レベルの行動が規模あるいは効果の面で明らかな利点があるか。

例:単一市場

国によって規制が異なることは単一市場における競争の障壁になるという考えは、欧州共同体レベルの行動を正当化するために屡々引き合いに出されてきた。規制の相違は企業にとって競争条件が種々異なることを意味することは事実であるが、単一市場が円滑に機能するためには必ずしもあらゆるものがハーモナイズされる必要はない。したがってこのことだけでは委員会への提案の根拠としては不十分である。共同体レベルの行動を主張するためには次のような点を示さなければならない。

(1) 国レベルの規制の不統一によって、単一市場における競争の公正が損なわれ、各企業に化せられる競争条件が不平等になる。

(2) 加盟国単独の行動では相違を解消できる見込みが乏しい(いずれの国にとっても率先して行動することが利益にならないなどのため)

(3) 変化の利益は不利益(各国の規制を変更するためのコスト、企業にとっての生産工程や製品企画を変更するためのコストなど)を上回る。

2. 目標は何か

目標設定のロードマップ

- 測定可能な、または少なくとも検証可能な目標を設定する
- 設定した目標がEUの政策および持続的開発の目標に矛盾しないことを確認する
- 進捗状況を追跡し達成度を確認できる指標を見出す

なぜ目標を設定するか

高レベルの政策目標は具体的・定量的な目標に変換しなければならない。目標の設定は通常逐次的な作業である。すなわち提案書の作成が進むにつれて目標を見直し、徐々に精度を上げてゆく。

測定可能な、あるいは少なくとも検証可能な目標を設定することは、次のような理由で有用である。

- 政策または行動レベルの目標と委員会の戦略ないし高レベルの目標との関係が明らかになる。

[1] 欧州共同体設立条約第 5 条、補完性および均衡性原理の適用に関する協定(第 30 号)(1997)

－ 問題やニーズ分析との結び付きが可能になる。
－ 共通理解が確立され、後の実施の際に役立つ。
－ 進捗度の測定に用いられる指標を決定する基礎となる。
－ 介入の成否を後に評価する際の基礎となる。

持続可能な成長の考慮と他の政策に整合的な目標の設定

イニシャティブの目標は EU の持続可能な成長の戦略[2]と整合的でなければならない。この戦略では「すべての政策は持続可能な成長をその中核的な関心事としなければならない」「これを実現するには、経済成長が社会の進歩を支援し、かつ環境を尊重すること、社会政策が経済的行動を支援するものであること、環境政策が費用効率の高いものであることが必要である」と宣言されている。

このことは実際面では、他の政策分野に及ぶと考えられる提案の副次的効果に注意し、場合によっては、それら他分野の政策目標達成を妨げないよう提案を修正する必要があることを意味する。

目標の種々のレベル

目標は、**政策がその対象とする状況に対して持つと期待される効果**として記述するのが理想的である。すなわち目標は望まれる変化を反映したものでなければならず、また**解決しようとする問題に結び付いて**いなければならない。

目標の精度や具体性は目的によって異なる。通常イニシャティブには**3つの異なったレベルの目標と指標**が使用されている。

1. 一般的目標/効果またはインパクト指標

これは**政策の包括的目標**であり、効果ないし最終的インパクトによって表現され、通常は全体的な指標、たとえば経済成長率や失業率などで測定されるが、その他にも包括的目標に影響する種々の要因が存在する。介入は少なくとも一般的目標の方向への変化を誘起しなければ成功とは言えない。したがって政策の事後的評価には具体的な、ないし操作的な目標を設定することが必須である。

2. 具体的目標/結果指標

これは政策の直接的目標、すなわち一般的目標の達成のためにまず到達しなければならない目標であり、政策の短期的・直接的効果で表される。これもまた他の種々の要因の影響を受ける。

3. 操作的目標/効果指標

操作的目標とは**政策が生み出すと予想される実現可能な目標**である。このような目標は通常は介入の責任者の直接の管理下にあり、直接に検証することができる。操作的目標は成果、すなわち措置によって作り出された製品またはサービスによって表現される。

下の囲み記事は種々の政策的イニシャティブに対するレベルの異なった指標の例である。目標の種々のレベルは互いに矛盾してはならず、理想的には政策の「介入の論理」の提示と分析によって規定されるべきものである（指針 “Evaluating EU Expenditure Programmes” [3]15ページを参照）。

[2] 欧州委員会報告“A Sustainable Europe for a Better World: A European Union Strategy for Sustainable Development”および“Towards a global partnership for sustainable development”を参照
[3] http://europa.eu.int/comm/budget/evaluation/pdf/guide_en.pdf

成果、結果およびインパクト指標の例

介入の分野	成果指標	結果指標	効果/インパクト指標
農村地域振興	助成金を受けるプロジェクトの数	対象地域に移転した企業の数	対象地域からの人口流出
農業環境	投入削減措置の対象地域の面積	対象地域の窒素収支(kg/ha/年)	水系汚染物質の濃度
中小企業支援	助言を受ける中小企業の数	名目雇用増加数	18ヶ月後の実質雇用維持または増加数
職業訓練	訓練施設の数	資格を取得した受講者の数	資格を取得し相応の就職をした受講者の数

成果指標、結果指標、インパクト指標は EU の支出計画で常用されている。たとえば農村地域の活力を促進するための一般的な目標は農村からの人口流出を抑制することである。人口変化率が指標となるが、これが目標としての価値を持つ場合も持たない場合もあり得る。

他の提案にも同様な分析の枠組が適用できるが、成果指標を委員会の成果に限定することのないように注意すべきである。たとえば純粋に規制上の提案であれば、委員会の直接の成果は指令に関する合意、自発的協定、あるいはその他の立法的文書であるのが普通であるが、結果を生み出すために用いられる成果または資源として一層重要なのは、立法措置に対する加盟国政府、産業界あるいは家計の直接の反応である。これらはインパクト評価の文脈で提案の質を評価する際には委員会の成果よりも重要なことが少なくない。

介入の分野	成果指標	結果指標	効果/インパクト指標
大気浄化指令	浄化装置のための企業の支出	企業からの排出量の減少	大気品質の向上
製品規制立法	製品標準化のための企業の支出	取引パターンの変化	単一市場の機能の改善

目標と指標の望ましい性質

目標を設定し指標を定める基本的な目的は、提案が達成しようとするもの(目標)と、その結果を測定ないし監視する手段(指標)を定義することである。

目標は選択を導くことにより行動に影響を与えれば有効と言える。一般的な政策レベルの目標は全体的な目的と方法を示すものであるから、後半で抽象的な場合もある(たとえば「さらに密接な関係」というような)。しかし具体的・操作的な目標が有効であるためには、次のような条件を満たさなければならない。

具体性:目標は十分に精密かつ具体的であり、解釈の揺れを許さないものでなければならない。
測定可能性:目標は将来望ましい状態(基準状態と対比して)を示すものでなければならない。
受容性:目標が行動に影響を与えるためには、まず受容されなければならない。
現実性:目標は野心的でなければならない。現在の状況を反映するだけの目標は無意味である。しかしまた目標は政策責

任者の目から見て有意義な程度に現実性を持たなければならない。
時間的明確さ:目標は具体的な日付または期間に関係づけない限り曖昧なままにとどまる。

最後に、目標は少数に絞り重要な要因に取り組むものでなければならない。あまりに多数の目標や指標を設定すれば、目標が十分に明確にされていないと疑われるであろう。また利用できる労力も資金も有限であるから、重要な目標に集中することが必要である。

目標達成の状況を追跡し報告するためには**指標**が必要である。指標は次の条件を満たさなければならない。

適切性:指標と達成目標との間に明確なつながりがあるか。
討論を経た受容:指標は関係者の討議を経ているか、解釈について合意が得られているか。
信頼性:報告の目的に適う信頼性があるか。解釈は容易か。曖昧さは残っていないか。
容易さ:データは安価に収集でき、容易に追跡できるか。
強靭さ:政策責任者による不当な操作に対して安全であるか。

3. オプションの発見

オプション発見のロードマップ
- 広い視野を持つ、すなわち最初は考えられる選択肢を排除しない
- 「政策変更なし」のオプションを定義する
- その他の政策オプションを見出し、アプローチ、手段、設計パラメータに基づいて定義する

広い視野を持つこと

目標達成への筋道を考えるにあたっては広い視野を持つことが必要である。あるオプションが明らかに優れていると思われる場合でも、単に馴染みが薄いとか実行困難と思われるとかの理由だけで、他の同じく有効であるかもしれない問題解決法を捨ててはならない。

作業の初期段階で、利用できる情報が少なければ、広範囲な選択肢を考慮することがそれだけ重要である。同僚や関係者の意見を求めることで有効な情報や証拠が得られることもある。

例:オプションの視野は広く
アメリカは数百万ドルを費やして宇宙空間で使えるペンを開発した。しかしロシアの宇宙飛行士は鉛筆を使っていたのだ。

持続可能な成長の文脈では、他の政策分野への影響(スピルオーバ)を、善悪を問わず常に意識していなくてはならない。たとえば農業支援制度またはそのためのインフラストラクチャーは、本来の目的に適合するだけでなく、不利な状況にあるグループを支援し雇用を改善するように設計することが可能である。

「政策変更なし」のオプション

インパクト評価においては、他のオプションを評価するための基準(ベースライン)として「政策変更なし」のオプションを必ず含めなければならない。これによって各オプションの持つインパクトを明瞭にすることができる。また各オプションの付随的(マージナル)な影響も「政策変更なし」のシナリオとの対比によって見出すよう努めるべきである。これによって行動を取らない場合の費用と便益についても見通しを得ることができる。

政策提案は既存の政策体系との間に連続性を持つことが必要である。従来のEUの政策(加盟国への移転準備中のものも含む)を考慮し、更にもし有意義かつ可能ならば欧州議会および委員会で現在審議中の提案をも考慮に含める。また

「政策変更なし」のオプションに影響する可能性のある、各加盟国における政策や計画をも考慮する必要がある。
「政策変更なし」のオプションを記述するには次の手順が望ましい。
－ 関連する可能性のある主な変数（人口、技術、経済などの変数）の将来動向を明示する。
－ そのような予測を行うために用いた仮定、およびそれに伴うリスクや不確実性を明記する。
－ 得られた予測を過去の傾向や他に得られる予測結果と比較する。

他の政策オプションの発見
「政策オプション」という用語には密接に関係した次の 3 つの要素が含まれており、これらを同時に検討すべきである。
－ 第一に、**目標を達成するためにいくつかの方法（「基本的アプローチ」）が存在する可能性があり**、種々のオプションを見出すにあたってそれらを考慮する必要がある。

例：基本的アプローチ
－ 交通問題の対策としては道路、鉄道、またはその両方を中心とするものが考えられる。
－ 都市の大気汚染の改善策としては、交通、家庭用暖房、またはその両方を対象とすることが考えられる。

－ 第二に、目標達成のために最善の方法を見出すためには**広範囲の政策的手段**に注目する必要がある。その中には複数の手段を組み合わせたパッケージ方式や、加盟国間の協力の可能性も含める。その場合にはパッケージの各要素のインパクトを明確に区別しなければならない。
－ 第三に、政策の**個別的な要素ないし設計パラメータ**に関して、**多少とも野心的**なものを含め種々の選択肢を考慮する必要がある。

公的な介入が必要と判断されたら、介入が柔軟な方式で行えるか、強制的措置が必要であるかを検討する。種々のオプションやその組み合わせに基づいて広範囲の可能性を考察する。

政策的手段
欧州委員会は多様な政策手段を有し、具体性、経済性、社会的・環境的・経済的・技術的発展に対する適応性も様々である。

特定の手段の有効性は状況や他の政策手段との相互関係に依存することが多い。したがって政策的手段ないしその組み合わせの選定はケースバイケースで行わなければならない。従来の規制が最良の方法であるか、あるいは別の手段によって望ましい結果が同様に、またはそれ以上に得られるかを検討すべきである。その際に相反する目標（たとえば法的な確実性に対して経済的主体の選択肢や規則変更の容易さなどの柔軟性）の間で正しい均衡をとるように努めなければならない。

好ましい政策的手段の選定に関して、Mandelkern Group on Better Regulation[4]は明示的な規制が望ましい理由として次の利点を挙げている。すなわち、民主主義国家の正当な権威を示すものであること、利用者の公平な待遇が保証されること、厳罰が可能であること、加盟国の既存の法的枠組を考慮し得ることである。しかし他方で法規制に伴う種々の欠点も指摘されている。すなわち規制措置の過剰または不十分、多額の計画・実施コストの発生、経済・社会関連機関の責任の希薄化、ひいては規制自体の信頼性低下などの可能性も存在する。

委員会レベルで取り得る政策的手段の詳細、およびそのいくつかの得失は付録3に掲載されている。ただしこのリストは完全なものではなく、また有効性の順位づけを意味するものでもない。

[4] Mandelkern Group on Better Regulation 最終報告書（2001 年 11 月 13 日）参照

4. 最適なオプションの決定

最適なオプションの発見のロードマップ

－ 有効性、効率を基準とし、かつ副次的効果（一貫性）をも考慮して候補オプションを選別する

立法措置を取るのは必要な場合に限ることに留意しなければならない[5]。したがってまず EU レベルの介入が真に必要であるかどうかを問う必要がある。たとえば民間部門の自主規制によって目標を達成することはできないかどうかを検討する。もし自主規制で問題が十分効率的に解決できると判断されるならば、それをEUレベルの介入よりも優先させるべきである。

より詳細に分析すべき**最も適切なオプションを判定**するには、次の基準による予備的な選別を行う必要がある[6]。このためには過去の教訓、ベストプラクティス、国際的経験などを含め利用可能な情報を活用すべきである。評価の進行と共に各オプションのインパクトに関する情報が集まるにつれて、これらの基準に合わないオプションを順次捨ててゆく。

●効率：資源は有効に利用されるか

－ 与えられた資源のレベルに対して、このオプションで最大の結果が得られるか

－ 結果が最小のコストで得られるか

●有効性：目標達成は可能か

－ 政策目標はこのオプションで達成できるか

－ このオプションは影響を受ける側に理解ないし受容されるか。受容に影響する要因については「受容の分析」の章に略述されている。

●一貫性：間接的影響は何か

－ 他の経済、社会、環境政策分野に及ぼす善悪両方のスピルオーバとして何が考えられるか

－ このオプションで分配のトレードオフの解消、あるいは各方面とも満足する解決が可能か

この枠組は補助金プログラムにも規制案にも適用できるが、分析に際しては適切な成果や資源をすべて含めなければならない。補助金プログラムの場合は成果は多くの場合、予算措置を必要とする具体的な行動（研修コースの開設、ネットワークの構築など）である。純粋な規制提案の場合なら、結果を得るために必要な成果は一般に、規制への適合のための直接的な反応として民間、家計または政府が消費する資源（たとえば環境規制あるいは社会的立法に適合するための企業の出費）に関わる。

これら 3 つの基準に照らして提案を評価することは、評価を部分に分けて扱いやすくするために役立つ。またこれらの基準は全体として、**社会全体に最小のコストで最大の便益をもたらす可能性が高いオプションを見出す**ために有用である。このようにして選別したオプションを更に詳細に分析する。適切性が十分判断できないオプションは次の段階まで保持する。この選別で 1 つのオプションが特に好ましいことが明瞭になり、以後はそのオプションだけを分析すればよい場合もあり得るが、そのような場合には他のオプションを早期に放棄した理由を明確に説明できなければならない。

次の段階では、こうして選び出したオプションについて、以下の第 5 章・第 6 章に従って得失を更に分析する。オプションの多少とも野心的な形についても考慮する。オプションの分析中に収集された情報、特に野心的なオプションについてはその程度に関する情報は、委員会が欧州議会および評議会の採択した提案を修正する際に役立つ可能性があることに注意すべきである。詳細な分析が必要となったとき、特にそのような分析を外部の専門家に委託するときは、欧州議会および評議会による修正に従って分析も修正が必要になる可能性に留意しなければならない。

---

[5] ストックホルム欧州評議会への委員会中間報告“Improving and simplifying the regulatory environment” (COM(2001)130 final)を参照(http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2001/com2001_0130en01.pdf)

[6] 同じ基準はインパクト評価でも、オプションの最終的比較に至る全過程にわたって用いられる

分析に際しては比較の基準(ベースライン)として**「政策変更なし」のシナリオ**を含めることを忘れてはならない(「政策変更なし」のオプションの項を参照)。

5. インパクトは何か

インパクトの発見と測定のロードマップ

- 環境的、経済的、社会的インパクトを識別する
- 勝者と敗者を判定する
- インパクトを必要に応じて定性的、定量的、金額的に測定する
- 費用対有効性、費用対効果、多基準分析などの方法でインパクトを比較する
- 政策的選択肢それぞれのリスクや不確実性を考慮する
- 受容への障害を最小化する

政策が極めて複雑な場合は、これらの一部または全部を外部のコンサルタントに委託しなければならないことがある。

提案のインパクトを見出すにあたっては、原因(提案)と結果(インパクト)とのつながりを明確にしなければならない。すなわち提案が及ぼすインパクトを説明する必要がある。このためには外生的要因、すなわち介入の責任者が支配できない要因についての仮定を明確にすることも必要になる。

インパクトの発見と評価に際しては種々の要因の間の相互作用やフィードバック効果に特に注意を払わなければならない。たとえばある政策が健康に及ぼす可能性のあるインパクトを考えるときは、ライフスタイル、環境、社会条件、保健医療サービス等々の、健康に影響する要因がどう変化するかを考えなければならない。

インパクトと副次的効果 ― 広い視野の必要

広い視野を持たず中核的なインパクトの分析のみに集中すると、大きな影響力を持つかもしれない他のインパクトを見落とす危険がある。したがって政策が持つ可能性のある影響の**全体像**を見出すように努めなければならない。これによって以後の分析の計画、管理、資源配分が効率的になる。

またインパクトを見出すことは、重要な問題点に力を集中し、関連の薄い問題に労力を浪費することを避けるためにも役立つ。

考慮すべき様々な種類のインパクト(直接的、間接的、付随的など)が付録 4 に説明されている。

例:インパクトを広い視野で捉える

立法措置が予期しない結果をもたらすことがある。たとえば、

- 会計基準に関する提案が、犯罪組織によるマネーロンダリングを防止するための現行の法的枠組に予期しないインパクトを及ぼすかもしれない
- 放射性物質に関する法規の抜け穴のため、テロリストによる不法取引が可能になるかもしれない
- 海運に関する提案が、犯罪組織による麻薬取引や不法移民に有利に働くかもしれない

経済的・社会的・環境的インパクトの判定

広範な政策分野にわたって**考えられるインパクトの詳細なリスト**を見れば、自分の専門知識や経験の範囲外にあって見落とす可能性のあるような影響を見出すことができる。この作業は次の囲み記事にあるような広いカテゴリから始めて、段階的に精度を上げてゆくとよい。考えられるインパクトの詳細なリストは付録 5 に掲載されている。また付録 6 には公的支出について考えられるインパクト(経済的インパクトの一種)の詳細が掲載されている。

経済的、社会的、環境的インパクトの例

経済的インパクト：マクロ経済的およびミクロ経済的インパクトを含む。特に経済成長・競争力に関係するもの、たとえば規制適合のコスト（企業の管理費、官公庁の執行費用）、技術開発・革新のポテンシャルへの影響、投資・市場シェア・取引パターンの変化、消費者物価の増減など。

社会的インパクト：人材へのインパクト、基本的人権へのインパクト、EU 基本権憲章への適合による雇用レベルや職業の質の変化、男女平等・社会的疎外・貧困に影響する変化、安全衛生・消費者の権利・社会資本・安全（犯罪、テロリズムなど）・教育訓練・文化へのインパクト、特定の部門・消費者あるいは労働者グループの収入への影響などの副次的影響など。

環境的インパクト：環境の現状が変化することによる正負のインパクト、たとえば気候変動、大気・水・土壌汚染、土地利用の変化、生物種多様性の減少、公衆衛生における変化など。

持続的成長へのインパクトを見出す

持続可能性の概念は資源（天然資源、人的資源、社会的資源、人造資源）、効率、公平性を一定のレベルに維持することを目的とする。効率は資源のストックを福利のために動的に利用することに関わる。公平性の原則は資源配分の問題を提起する。公平性と維持は屡々密接に関係しており、たとえば資源利用の不公平は不適切な使用につながる。この枠組から 3 つの「持続可能性の条件」が生まれる。

－ 備蓄資源の保護と更新
－ 財・サービスの生産のための資源利用の技術的効率性
－ 世代内・世代間の公平性

この枠組を使ってインパクトを見出し、その善悪を判断することができる。

－ 提案は備蓄（維持、更新または損耗）にインパクトを及ぼすか
－ 提案は福利（たとえば消費者向け財・サービスの生産）のための資源利用の技術的効率性に正負いずれの方向に影響するか、技術革新・生産性にどのように影響するか、「組織の効率」にどのように影響するか
－ 提案の副次的インパクトは何か、現在の不公平は残るか、減少するか、むしろ強まるか

提案が持続的成長に及ぼすインパクトを更に具体的に評価するには 2 つの方法がある。

－ EU の持続可能な成長に関する欧州委員会の提案に示された持続不可能性への主要な傾向に対して、提案が影響するかどうかを考察する
－ 「世界で最も競争的でダイナミックな知識集約型経済、雇用の増加と質の向上、社会的統合の促進を図りつつ持続的成長が可能な経済」を目指す EU の進歩を測る構造的指標に関するインパクトを提案が持ち得るかどうかを考察する

副次的効果の判定

社会の種々のグループに対するインパクトを判定することはインパクト評価の重要な一部分である。社会全体にとって有益な政策提案であっても、その正負両方向の社会的インパクトの考慮が不十分なために失敗することもあり得る。副次的インパクトとしては次の 2 つを考慮すべきである。

－ 社会的・経済的グループへのインパクト

「勝者」と「敗者」を注意深く判断することは、提案の実現にあたっての障害を予測するのに役立ち、また好ましくないインパクトを緩和するための設計の変更あるいは追加的な対策の必要が判明することもある。たとえば利益の全部または大部分が消費者にもたらされ、コストが主として企業の負担となる場合がそれに当たる。また加盟国間でインパクトが大きく異なり、提案の実施に柔軟性が要求されることもある。

副次的効果の例：**中小企業**は大企業に比べて資源に乏しいため、規制への適合のための管理費その他のコスト負担が不均衡に重くなる。したがって政策形成にあたっては負担をできるだけ軽くするため、最小規模の企業を念頭に置かなければならない(″think small first″)。場合によっては、目標達成を妨げない限り、中小企業、特に零細企業に対しては負担の減免や手続の簡素化などの措置を考慮する余地があろう。

－ 既存の不平等へのインパクト

地域、性別、人種に関わるインパクトをベースラインと比較することにより、提案がそれらの不平等を残すか、悪化させるか、あるいは軽減に役立つかを判定する。これは必ずしも簡単な仕事ではない。たとえば男女のライフスタイルに差異があることから、見かけ上性別に無関係な政策が実際問題としては男性と女性に異なったインパクトを与える可能性がある[7]。

最重要インパクトの判定

重要性の高いインパクトを判定する作業を構造化するため、**インパクトマトリックス**を作成するのが便利である。このためには次の手順による。

1. 提案を主要な行動(マトリックスの行)群に分割する。
2. インパクトの主な種類または型(マトリックスの列)を見出す。
3. 各セルにインパクトの可能性(確実、可能性あり、可能性小、など)を記入する。
4. 各セルにインパクトが善悪いずれであるか、または不確定かを記入する。

マトリックスが完成したら主要なインパクトの記述を試みる。たとえばインパクトの持続期間、付加逆性、規模、種々の集団への分布などについて記述する。インパクトを見出し記述する際には、次のような事柄を念頭に置く必要がある。

－ 短期的インパクトと長期的インパクトを共に考慮すること。短期的な効果の方が見出しやすいことが多いが、そのことは必ずしも重要性が高いことを意味しない。

－ 定量的あるいは金額的に表現しにくいインパクトを見逃さないこと。

－ インパクトに影響する種々の要因の間に相互作用があることを忘れないこと。

－ 提案のインパクトが他の提案の実施によってどのように影響されるかを考慮すること。提案がパッケージの一部であるときはこのことが特に重要である。

インパクトマトリックスの例				
行動	インパクト			
	社会的統合	雇用	収入	その他
都市開発				
インフラストラクチャー				
長期失業者の訓練				
起業支援				
その他				
「手段」の項をも参照				

インパクトの測定

少数の基本的原理に基づいてインパクトを測定すれば、異なったインパクトないしインパクトの種類を比較することが容易になる。

[7] 原理的には、S.-Ch. Kolm と A.B. Atkinson による「不平等の嫌悪」の枠組を用いて、社会福祉全体に対する不平等のインパクトを定量化することができる(A.B. Atkinson *The Economics of Inequality,* Penguin, London 1976 を参照)

－ インパクトは必要に応じて**定性的、定量的あるいは金額的**に記述し、**副次的効果にも注意**する。すべてのインパクトを金額的に記述すれば、同一の単位での表現となり比較に便利であるが、すべてのインパクトが金額で表現できるとは限らない。インパクトをそれ自体の特徴に従って記述・定量化することが重要である。
－ インパクトが金額で表示できる場合には、直接の比較を可能にするため、すべてのコストと便益を**実質額**で、すなわちインフレ調整を行った額で示し、基準時点やその他に用いた仮定を明示しなければならない。
－ 異なった時点で発現するインパクトに関しては、比較を可能にするため金額を**割引計算**によって現在価値に直す。割引計算については「時間的範囲」の項に説明がある。
－ **二重計算**を避ける。たとえば小売価格に転嫁された費用を同時に企業の出費として計算してはならない。

高度なインパクト評価手法

インパクトの予測がその符号と大よその桁程度にしか行えない場合もある。しかし形式的なモデルや分析手法を利用して種々のオプションの結果を定量比較できる場合が少なくなく、評価に有用な情報を得ることができる。そのような手法による分析を必要とする場合には、ゼロから始めるよりも外部の専門家に委託する方が早いこともある。

付録 10 に統合的評価法および欧州委員会の用いているいくつかのモデルの説明が掲載されている。

不確実性

不確実性の程度が極めて高く定量評価が不可能な場合もある。そのような場合には妥当な値の範囲を示すことも考えられる。主要なプロセスや人々の行動についての知識の不足などに起因する不確実性の累積に対処しなければならないこともある。定量的評価が不可能な場合は定性的な評価を行う。「インパクト評価におけるリスクと不確実性の取り扱い」の項、および付録 12 にリスクと不確実性の更に詳しい説明がある。

費用と便益の実質額

オプションに関わる費用も便益も実質額で評価しなければならない。ほとんどの物財やサービスは代替用途を持つものであり、それによって価値（いわゆる機会費用）が明らかになる。

機会費用
機会費用は通常、財またはサービスの市場価格で表現されるが、市場取引が存在しなくても機会費用は発生する。たとえば他の目的にも使用できるはずの設備の用途が固定されているなら、その装置の価格が提案のコストの一要素となる。

見通しにくい機会費用の例としては、生産性を限定するような政策が挙げられる。たとえばある社会立法によって、ある工場が単位生産物を得るために必要な労働力と設備が増加したとすると、その増加分の資源はもはや他の目的には使用できないから、社会にとってのコストとなる。

国内の業者の提示価格が同等の輸入品の価格よりも高い場合の差額も機会費用の一例である。これは一般に輸入の経済的利益を測るための最良の尺度である。

既存市場のないインパクトの評価

通常、市場価格は機会費用を反映している。なぜならば家計も企業も自らのコストや選好については最良の知識を持ち、かつ市場の信号に反応し資源を最適な形で使用する強い動機づけを持っているからである。しかし多くの環境的インパクトのように、市場価格を持たないインパクトも存在する。また市場の失敗が広く見られる場合のように、市場価格が信頼できないこともある。このような「非市場的インパクト」の評価方法の概要が付録 7 に説明されている。

時間的範囲

ほとんどの場合、ある政策オプションに伴う費用や便益は様々に異なった時点で発生する。たとえば鉄道の建設は差し当たって費用を要するが、長期的には便益をもたらす。このような費用と便益を直接に比較するためには**割引計算**が必要である。すなわち現在の費用と便益を将来発生する費用や便益より高く設定する。したがって割引計算は明日よりも今日の消費を取る一般的な選好、および金銭を明日でなく今日消費することの機会費用を反映しているわけである。費用と便益が時間の経過とともに減価する率が割引率である。

割引率は**4%**として計算する[8]。この数字はインフレーションを考慮した実質割引率であるから、費用・便益とも不変価格で表示したものに適用しなければならない。

ある政策オプションの割引後の費用と便益の総計を**純現在価値**と称する。原則として、すべてのインパクトを金額で表示することが可能かつ妥当であり、種々の社会グループへの費用と便益の分布が受け入れられるものであれば、純現在価値の最も高いオプションが最も望ましい。費用と便益の時間変化が特に重要な場合は、割引率の変化に対する純現在価値の敏感度を分析する必要がある。

割引計算に対しては付録 8 に更に説明がある。

例:割引計算

3 年間にわたり毎年 1000 ユーロを支出するプログラムがある。この支出の純現在化値はいくらになるであろうか。付録 8 を参照して、

年次 0 の　1,000 は　1,000 に等価

年次 1 の　1,000 は年次 0 の　961.54 に等価

年次 2 の　1,000 は年次 0 の　924.56 に等価

であることがわかる。この支出の純現在価値はこれらの和、すなわち　2,886.10 である。すなわち 3 年間にわたる毎年 1000 ユーロの支出は現在価値の 2,886.10 ユーロに等価である。

6. オプションの比較と結果の表現

インパクトの評価には多くの方法があり、唯一つの「正しい」方法というものはない。インパクトを推定し評価する努力の量は、予想されるインパクトの程度に従うべきものであり、たとえば特定分野に比較的僅かなインパクトを与えるのみと考えられる提案に対しては、手の込んだ分析を行う必要はない。

どのような方法を用いるにせよ、分析結果は次のような性質を持つべきである。

- 透明性:インパクトをどのように評価したかが明瞭でなければならない。
- 再現性:他人が同じデータと同じ方法を使って同じ結論に達することができなければならない。
- 強靭さ:別の方法あるいは仮定を用いて分析すると結果が大きく異なるようであれば、分析の信頼性に疑問が持たれることになる。

持続可能な成長の三本柱のバランスが必要な理由

政策kを分野ごとに定め、他分野へのスピルオーバ効果を考慮しなければ、大きな矛盾が発生することも避けられない。ある政策分野で目的達成のための行動があまりに頻繁にとられれば、他分野での進歩を妨げる結果になる。このため意思決定者には、経済・社会・環境の各インパクトを同時に分析した結果を提示しなければならない。

[8] この割引率は 1980 年代初期以降の EU の政府長期負債の平均実質利回りにほぼ対応する

分析結果の提示

インパクト評価の結果として、必ずしも最終的な政策の選択に関する明瞭な結論や勧告が得られるとは限らない。しかし評価結果は意思決定の重要な資料として、オプションの相対的な得失に関する政治的な論議の基礎を提供できるように、**透明で理解しやすい形で表現することが必要**である。

政策の最終的な選択の責任は常に委員会にある。

分析結果の提示に際しては下記を遵守すべきである。

－ 一つのオプションの採否を迫る形でなく、各々のオプションを提示し、各オプションの、また同一オプションの中でも規模の異なるもののインパクトの差異を明らかにする。

－ 各オプションの正負両方向のインパクト、すなわち社会にとっての便益と費用の明確かつ透明な要約を示す。インパクトは可能性・適切性を考慮して定性的、定量的あるいは金銭的な形で表示する。

－ 結果を総合的・個別的の両方の形で提示する。たとえば費用便益分析の結果は単に費用と便益の差額のみを示すのではなく、最終的な効果に寄与する個々のインパクトを必ず明示しなければならない。

－ 重要な仮定や不確実性を明確に述べる。

－ 副次的効果があれば、それを明確に示す。

－ 各オプションを有効性・効率・一貫性の基準と比較する。

－ 他の政策的問題（利害関係者との協議、問題の発見など）を要約する。

－ 使用したデータを示し、あるデータ群を他よりも優先して使用した理由、情報の検証の有無、使用したデータ群の得失を述べる。

－ 使用した分析手法を述べる。

こうした手順を踏むことは意思決定者にとって次のような利点がある。

－ 問題のオプションの影響を受ける集団の間、あるいは経済的・環境的・社会的インパクトの間の**トレードオフ**や、関係者すべてに有利な状況が明示される。

－ トレードオフを最小に、関係者の利益を最大にするようにオプションの**設計を改善**する手がかりとなる。

－ 不均衡なマイナスの副次的効果を緩和するための**付帯的措置**が明らかになる。

異なるオプションのインパクトの比較

意味のあるインパクトをすべて見出し評価したならば、次の段階は、意思決定者が最良のオプションを判定するのを助けるようにそれらを提示することである。ここでの最重要な原則は、考慮される各オプションについて、すべての正負両方向のインパクトを、定性的・定量的・金銭的記述の区別にかかわらず並記することである。この原則のもとで各オプションのインパクトを比較する主な方法として次のようなものがある。

－ 費用対便益の分析：同一単位（通常は金額）で表された費用と便益を比較する。

－ 費用対有効性の分析：ある目標を達成するための費用を比較する。

－ 多基準分析：定性的、定量的、金銭的表示の入り混じった費用と便益を比較する。

これらの方法の簡単な説明が付録 11 に掲載されている。

これ以外の方法も存在し、適当と考えられる場合には使用してよい。たとえば人間の安全衛生や環境に対する危険性に関係する問題を分析し、あるいは特定のオプションに伴うリスクを検討するにはリスク分析が用いられる（「インパクト評価におけるリスクと不確実性の取り扱い」の項を参照）。このような分析方法は単独では不十分であるが　他の分析手法と併用して有効なことがある。

補助的な分析手法としてはこの他にも適合コスト分析、リスク-リスク分析、クロスリスク分析などがある。

分析結果を提示する優れた方法の一例は次に示す簡単な表である。ここには経済的、社会的、環境的インパクトを個別に分解して示し、定性的、定量的または金銭的に表示している。このようにすれば単独に金額換算値のみを示すブラックボックス的なアプローチを避け、データ全体が含むものと含まないものを明示することができる。

	定性的記述	定量的記述	金額換算
経済的インパクト			
企業のコストへのサブインパクト	大気汚染防止装置の新設必要	約 400 社、各社 100 万ユーロ	400 万ユーロ
etc.			
社会的インパクト			
共同体へのサブインパクト	生活利便性の向上	約 100 箇所に影響（企業に隣接）	金額換算せず
etc.			
環境的インパクト			
大気汚染へのサブインパクト	死亡率低下	早死数 1000 件/年減少	10 億ユーロ（1 人あたりの価値 100 万ユーロとする）
etc.			

インパクト評価におけるリスクと不確実性の取り扱い

規制措置の効果が確実に知られることは少ない。インパクトの推定においてはリスクや不確実性を考慮するため、全く予想外の効果（最悪のシナリオ）を念頭に置く必要がある。これによって意思決定者はインパクト評価の科学的確実性の程度や信頼性を判断することができる。

新しい規制に対する市場の対応の過程や、技術進歩の速さが及ぼす影響などは正確に予測することが難しく、このために不確実性が著しく大きくなることがある。これらの不確実性はすべて分析に含めなければならない。全体的なリスク推定の精度は最も不確実な要素のそれを超えることができない。したがって**リスク推定は現実に存在する不確実性の程度を反映するように報告**すべきであり、精度に関して誤った印象を与えてはならない。

環境や健康に対するリスクの性質や規模について科学的な不確実性があるならば、**予防原則**(precautionary principle)を適用するのが妥当である（付録 9 を参照）。

手法としては以下に述べるリスク分析、敏感性分析、シナリオ分析などが用いられる。厳密・詳細なリスク分析が不可能な場合でも、評価されたインパクトについて過大評価または過小評価の可能性を何らかの形で推定するよう試みることは重要である。そのための方法の一つは**リスクのバランス**についての判断を下すことである。たとえばある政策イニシャティブの効果が天候不順の場合には標準推定値より遥かに大きい可能性があるならば、便益に対するリスクのバランスは上向きであるといえる。

リスクと不確実性を扱う手法としては以下のようなものがある。

リスク評価：健康・環境に対するリスクに対処するオプションを評価するものである。リスク評価は一般的な費用便益分析の枠組で使用できるように行い、分析においてリスク評価の結果と提案の費用・便益とを結びつけられるようにする。リスク評価は、可能性のある種々の結果の確率が推定できる場合に使用できる。

敏感性分析：特定の仮定やパラメータの不確実性が結果に及ぼす影響を検討する方法で、ある値の変化が種々のオプシ

ョンの効果にどのように影響するかを知ることができる。この方法は多くの場合、不確実性の取り扱いに最適な方法である。

シナリオ分析：敏感性分析の複雑な形で、ある政策的イニシャティブのインパクトを変化する条件の下で検討する。不確実性のレベルが高く、リスク分析では異なる**シナリオ**は描けてもその可能性の程度の定量的評価が必ずしもできないような場合に用いられる。

リスクと不確実性に関する更に詳細な手引きは付録 12 に掲載されている。

受容の分析

政策によって行動を変えさせようとしている集団が、その政策の受容の障害になる可能性、およびその受容性を高めるためのインセンティブを考察するために、次のような問題を考慮する必要がある[9]。

オプションの要求は単純で理解しやすいものであるか

見ることのできない、あるいは難解な規則は受容の障害になる。特に小企業は膨大複雑な規則を読んで理解するだけの時間や資源を欠いていることが多い。

ターゲット集団に受容の意思があるか

規則に従う意思を左右する要因には次のようなものがある。

- 管理費を含む需要のコストが全体的な受容の程度に影響する可能性がある。特に小企業のように不均衡な影響を被る集団の受容率には影響が大きい。
- 過度の法律至上主義や瑣末な規制は実質的な目的を欠くように見える可能性があり、規制当局の信頼性を損ない、逃避的行動を誘発することになる。
- 従来の市場の慣習や文化的規範との整合性は受容を容易にする上で有効である。
- 事前協議によって一種の「所有者感覚」ないし規則の理解が生じ、受容への不安を軽減することができる。
- 厳格な監視体制と違反に対する罰則によって受容率が向上することも期待できる。

ターゲット集団に受容の能力があるか

ターゲット集団が規則を受容する傾向が、情報提供その他の支援手段を含めた実施方針の影響を受ける場合もある。

受容の問題を考える場合、EU 規則は一般に加盟国に適用されるもので、直接にターゲット集団（企業、個人、NPO など）に向けられるものではないことに留意する必要がある。したがって受容性の分析では、各加盟国の規則実施状況の様々な相違を考慮しなければならない。たとえば大枠に関する指令は、各国での実施態様に大幅な裁量の余地を残しているため国内法への反映の仕方やターゲット集団による受容が国によって異なる場合がある。またある種の条項が国内事情によって実施困難であるために、実施時期が国によって異なる場合も予想される。したがってターゲット集団と加盟国双方の反応を探る必要がある。

分析においては、受容の観点から政策オプションの得失を概観するだけでなく、たとえば下記のような、オプションの最適な設計についての情報も提供すべきである。

- 実施のための期間をどの程度に設定すべきか
- どのような罰則（行政的、民法、刑法）を適用すべきか

[9] 受容の必要条件に関するOECDの研究に基づく。参考文献 "Reducing the risk of policy failure: Challenges for regulatory compliance", OECD, 2000; http://www.oecd.org/pdf/M00004000/M00004753.pdf

7. 外部との協議

外部との協議のロードマップ

- インパクト分析の過程全体を通じての、関係者、専門家双方との協議の戦略を立てる
- 協議により下記を行う
  - 問題、および可能な政策オプションについての情報の収集
  - 考えられるインパクトについての情報とデータの収集
  - 既存の情報や分析の確認

インパクト分析において、関係者および専門化との協議は、問題点や可能なオプション、さらにはそれらについて考えられるインパクトに関する情報や意見の収集のために重要な役割を担うものである。

協議はまた既存のデータや分析の確認のためにも利用できる。これは既存のデータや分析に対して種々異なった見解を突き合わせる、一種の外部品質管理である。たとえば特定の利害を代表する業界団体が提供した情報は、他の関係者や専門家の見解によって有効性をチェックすることが望ましい。より一般的に言えば、インパクト評価の草案作成のためのデータや分析の有効性を確認することが重要である。

「協議疲れ」を避けてなるべく効率的に作業を進めるため、**各々の政策提案に対して適切な協議戦略を立てておく**ことが重要である。戦略は当然場合ごとに異なり、複数の相補的な活動を必要とする場合もある。

欧州委員会は関係者との**協議に関する一般原則と最低基準**を策定しており、2003 年から施行される（http://europa.eu.int/comm/governance/suivi_lb_en.htm を参照）。より実際的な指針は 2002 年末にイントラネットで利用可能となる予定である。この指針には協議に利用できる種々の手段、たとえば業界パネル調査、アンケート調査、公聴会、討論会等々のリストが含まれる。

専門家の募集と活用のための委員会指針も策定されており（http://europa.eu.int/comm/governance/suivi_lb_en.htm を参照）、同じく 2003 年から実施される。

環境的インパクトに関しては、オーフス条約[10]によって、公共機関が環境に関する計画やプログラムを策定する場合に早い段階で公衆が参画することが求められている。すなわち政策形成の早い段階で公共のニーズの調査し、適切なフィードバックを得ることが必要である。政策提案の環境的インパクトに関する詳細な分析結果も、関係者に検討の機会を与えるため協議を行うべきである。社会的イニシャティブに関しては、社会的パートナーとの協議に関する欧州委員会の手続と義務[11]をも考慮すべきである。

8. 追跡と評価

進捗状況の追跡のロードマップ

- 結果の質と実施状況を共に示す測定可能な指標を決定する
- 評価計画を定める

介入の追跡と評価はインパクト評価の段階で計画しておく必要がある。その目的は適切なデータが入手できるようにすること、最重要問題に関する評価が適時に実施できるようにすることである。

---

[10] 環境問題に関する、情報へのアクセス、意思決定における市民参画、司法へのアクセスに関する UN/ECE 条約は 1998 年 6 月に欧州委員会および加盟国により調印され、その規定は EC の機関にも適用される

[11] 詳細については http://europa.eu.int/comm/employment_social/soc-dial/social/index_fr.htm を参照

追跡と指標の利用

良い品質追跡システムを確立する第一歩は、明確な目的と指標を定めることである。追跡システムは実施の成果や効果だけでなく、それらの発生する過程をも対象にしなければならない。

追跡のためのデータは介入の当初から系統的に収集しなければならない。

下記を行うことが要求される。
－ 指標（物理的、金銭的）その他、達成度の分析に必要な要素（インパクトの及ぶ分野の統計データ、市場開発等々）の収集を計画すること
－ フォローアップデータの収集・保存・処理のために提案された方法と装置の健全性、信頼性を分析し、データの有効性を確認すること
－ 追跡システムが当初から作動することを保証し、加盟国または第三者から信頼性あるデータを円滑に収集できるような適当な法規の存在を確認すること。

追跡のための要件を法規に基づいて明示することが必要な場合が少なくない。これによって委員会は加盟国または仲介組織から必要なデータを確実に得ることができる。

評価計画

EU の行動の評価は重要であるばかりでなく法的にも要求されている。この評価は実際に何が起こったかを知った上で行う、強靭性を持つ事後評価であるが、事前評価と同じ方法（費用対便益、費用対有効性、多基準分析など）を用いることも多い。類似のプログラムやプロジェクトの評価結果も有用である。この手続の目的は EU のすべての行動を検討対象とし、得られた教訓を意思決定段階にフィードバックすることである。

第一段階は、将来の進捗状況を評価できるような、明確な目的と指標を定めることである（「目標と指標の望ましい性質」を参照）。続いて下記を明らかにする。
－ いつ、どのような評価が必要とされるか
－ 何を中心問題として取り上げるか
－ 評価の実施責任者は誰か

評価とその結果、および意思決定の間に明確な結び付きがなければならない。たとえば目標が達成されなかったとき、評価によってその理由、および達成のために考えられる行動が明らかにされなければならない。

政策が究極的に達成したものは最後の事後評価によって明らかになるが、初期の状況を知るために中間評価を行うことも可能である。この場合、異なる段階の評価の責任者（委員会、加盟国、または地域当局）の明示的な了解が必要である。

■ 4. CVM（contingent valuation method）

CVM とは contingent valuation method の略である。contingent とは「状況によって」という意味で、この調査手法の特徴である対象とする環境の仮想的な状況（市場）を設定することに由来している。仮想市場評価法と訳されることもあるが、現在ではこの手法の知名度も上がったために CVM で通用している。CVM は、等価余剰や補償余剰の定義に基づき、環境の変化に対する人々の WTP をアンケートや面接等によって直接的に尋ねることで環境の価値を計測する手法である。人々の意思を直接質問するため、心理的な評価まで含んだ非利用価値の評価が可能である。

環境の評価に CVM が用いられたのは、Davis (1963)が最初である[12]。彼はマイン川の開発に伴い、周辺の猟師に対してアンケート調査を行い狩猟場の経済評価を試みている。この手法が本格的に発展するのは 1970 年代に入ってからであった。米国において発電所起源の大気汚染による環境影響に関する評価が盛んに行なわれたのもこの時期に相当する（Brookeshire et al., 1976; Randall et al., 1974）[13]。

しかしながら、CVM が広く認知されるようになったのは 1989 年にアラスカ沖で起きたエクソン社のオイルタンカー「ヴァルディーズ号」の原油流出事件が契機であった。連邦控訴裁判所による裁定では、資産の非利用価値（例えばテレビで野生動物を見ることから得られる価値なども含む、受動的利用価値と位置付けられてきたもの）がこの法律の下では関連性を持つことになると考えられ、当事者が責任のある関係者に対して受動的利用価値の損失を求めて告訴ができるものとされた。このことはエクソン社に深刻な経営リスクをもたらすことになる。ヴァルディーズ号の流出事故による環境損害（野生動物や原始的で壊れやすい生態システムに対する損害）が、この地域の現実の能動的利用価値はそれほど大きくないにもかかわらず、対称的に受動的利用価値が相当大きくなることが予想されるからである。

会社に課せられる可能性のある莫大な損害請求に対抗して、エクソン社は受動的利用価値の損失の評価手法として CVM の効力を疑わしいものとする研究に資金援助を試みた（Cambridge Economics, 1992）[14]。こうした事態を受けて、油流出による損害査定の法令を議論する責任を負う政府機関 NOAA（米国海洋大気局：the National Oceanic Atmospheric Administration）は、CVM の妥当性に関する公聴会を実施するために、CVM に既得権益を持たない著名な経済学者の専門委員会を 1992 年に招集した。専門委員会のメンバーは、ノーベル経済学受賞者のソロー（R. Solow）、アロー（K. Arrow）らである。彼らの研究結果である専門委員会の報告は 1993 年 1 月に出版されている（NOAA ガイドライン）[15]。報告書は CVM を慎重に容認し、その推奨条件を記したものであった。

NOAA ガイドラインが公表されて以来、CVM は一応の市民権を得たかたちとなり、現在では多くの事例研究が報告されている。しかしながら、CVM によって得られた WTP 評価値が現実の政策にそのまま適用された例はまだなく、参考値としての位置付けがなされている。

4.1. CVM の手続き

どのような CVM も以下のような手続に従い調査が行なわれる。

---

[12] Davis, R.(1963) ‘Recreation planning as an economic problem’, Natural Resources Journal,3(2),239-49.

[13] Brookshire, D., B. Ives and W. Schulze (1976) ‘The valuation of aesthetic preferences’, Journal of Environmental Economics and Management,3(4),325-46. ／ Randall, A., B. Ives and C. Eastman (1974) ‘Bidding games for the valuation of aesthetic environmental improvements’, Journal of Environmental Economics and Management.1,132-49.

[14] Cambridge Economics (1992) Contingent Valuation: A Critical Assessment Cambridge, MA:Cambridge economics.

[15] Federal Register (1933), “Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation”, Washington D.C.: US Govt., 58(10), 4601-14.

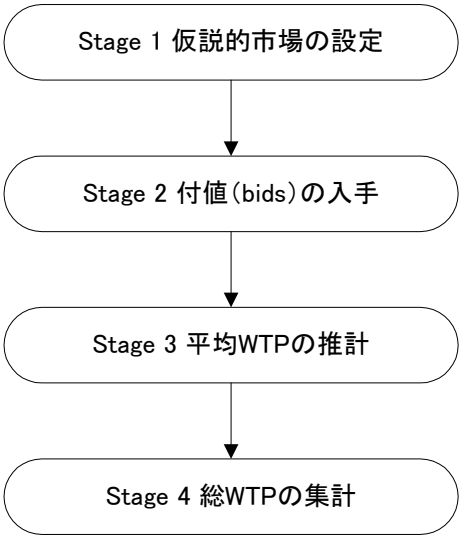


図 2.7.-2 CVM の調査ステージ

■ Stage 1 仮説的市場の設定

最初の段階は、問題とする環境財に関する因果関係を想定した上で、仮説的市場(hypothetical market)を設定することである。例えば開発対象地域にある森林が地域住民に環境サービスを提供していると想定する。このとき、伐採される森林規模はどのくらいで、サービスをどのくらいの住民が享受しているのか？といった市場の特性を設定し、調査範囲を明らかにする。

回答者が質問者に示す WTP もしくは WTA の金額を「付値(bids)」と呼ぶが、現実問題としてどのような手段で付値を支払うのか？という「付値の支払手段(bids vehicle)」も明らかにして質問を作成する必要がある。歴史的建築物の維持・補修に関する WTP を推計する場合では維持・補修の費用はどのような財源で賄われるのか、ということが明らかになっていなければならない。財産税か所得税か、あるいは信託基金か入場料金といった具体的な支払手段まで設定する必要があり、回答者は自ら提示した WTP がどのように最終的な価格に反映されるかを知らされなければならない。このため、アンケートやインタビューの質問票は本調査が開始する前にプレテストが行われることが多い。こうしたプレテストは質問票に対する反応を議論するためにも有効である。

■ Stage 2 付値の入手

調査の枠組みを設定後、被験者に対して付値に関する一連の質問を行う。調査結果がどのような形で政策に反映されるのかというような調査目的に関する基礎情報のアナウンスもこの段階で行われる。

質問は通常、面接方式、電話による質問回答、郵送法のいずれかにより実施される。電話による質問回答は恐らく最も望ましくない手法である。なぜならば、電話での応答は回答者の集中する時間が限られているために、財に関する情報を伝えることが難しいからである。郵送法はしばしば用いられるが、常にアンケートの回収率が問題となる。直接面談による質問回答は詳細な回答が得られる可能性が最も大きいが、調査費用と時間がかかることと、質問者の質問技能による調査バイアスが問題となりうる。NOAA ガイドラインでは面接方式が最も望ましいとしている。

■ Stage 3 平均 WTP の推計

アンケートや面接の結果、得られたデータ(付値や属性データ)を計量経済学の手法を用いて処理し、WTP の標本平均を推計する段階である。この段階では、さまざまな調査バイアスの検証・除去や、標本の属性データから付値を説明するような決定モデルの検証、属性データの変化による感度分析などが行なわれる。

■ Stage 4 総 WTP の集計

集計とは平均 WTP が母集団の評価値である総 WTP に転換される手続きをいう。このとき特に問題となるのは次の2点である。

1)　母集団の範囲の設定

母集団の範囲を設定するときに問題となるのは、a) プロジェクトの実行によって大きく影響を受けるような効用を持つすべての人々の集団と、b) プロジェクトの実行によって影響を受けるような関連性のある政策的境界に位置するすべての人々の集団（ aと同一であるか、より小さな集団）のどちらを評価しているのか？という点を明らかにすることである。

2)　評価の時間軸

集計された便益（もしくは費用）に関する期間をどのように見積もるか？という問題がある。この問題は調査の初期設定に依存する。時間に関する環境便益フローの現在価値が利子率からなるとすれば、通常便益はディスカウントされる。しかしながら不可逆の環境損失が潜在的に存在する場合には、現在価値は永続的なもの（割引率 0）として計算される。

評価者は評価対象がどのような空間的・時間的特性を持つかに配慮しながら、評価の枠組みを決定しなければならない。

4.2. CVM による質問形式

CVMは、環境変化に対する人々のWTP（支払意思額）をアンケート等によって直接的に尋ねることで環境の価値を計測する手法である。その方法は、人々に対してビデオや写真等でその変化に対する情報を与えてから、基本的には WTP を質問して、変化に対する補償余剰あるいは等価余剰を計測する。質問の形式は次のような内容に集約される（図 2.7.-3）。

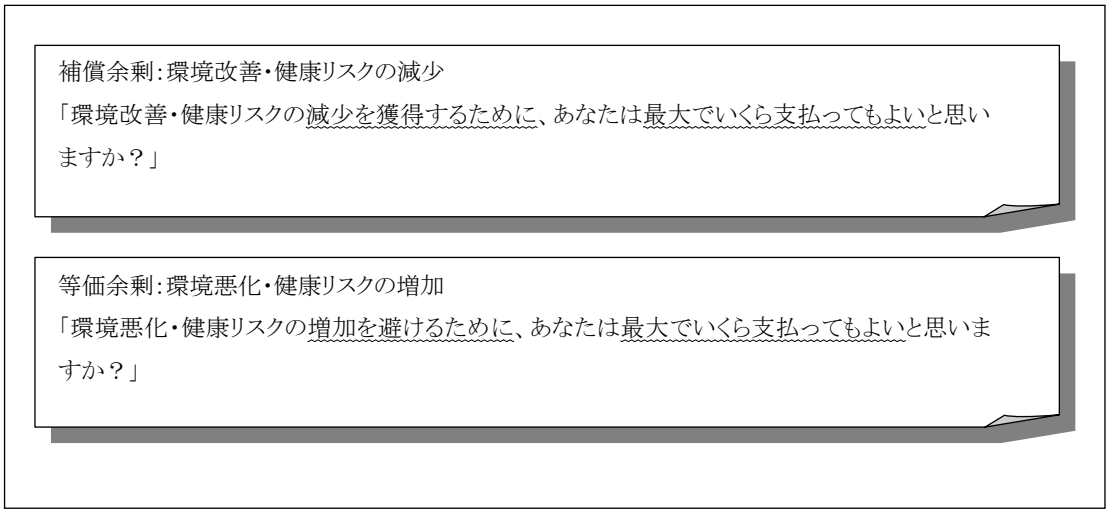


図 2.7.-3　WTP の質問形式

CVM において、環境変化に対する質問の際、対象者に評価額を提示してもらう方式には、以下の4つが考えられる。

1)オープンエンド（open-end）方式

この方式は、対象者に支払金額を自由に記入してもらう方式である。参考金額なしに金額を直接的に問うため、回答者の負担が大きく、無回答も多くなる可能性がある。

環境サービスの向上のため、一年間にあなたが支払っても良いと思う最大の金額をお答えください。

最大　　円／年

2)入札ゲーム(bidding game)方式

この方式は、対象者にある支払金額(オファー価格)を提示して、Yes か No かを問う。そして、Yes の回答者に対しては更に大きな金額を提示し、No の回答者にはさらに小さな金額を提示する。このプロセスを繰り返すことによって、対象者の WTP を引き出す方式である。最初の提示金額が回答者の WTP に影響する可能性がある。

Q1 環境サービスの向上のため、年間 10,000 円の信託基金を支払いますか？
1．Yes　　2．No → Q2 へ

Q2 環境サービスの向上のため、年間 8,000 円の信託基金を支払いますか？
1．Yes　　2．No → Q3 へ

Q3 環境サービスの向上のため、年間 6,000 円の信託基金を支払いますか？
1．Yes　　2．No → Q4 へ

3)支払カード(payment card)方式

この方式は、連続的な金額リストを記載したカードを対象者に提示し、その中から金額を選択してもらうことで WTP を引き出す方式である。カードに提示した金額リストの範囲が回答者の WTP 提示に影響する可能性がある。

環境サービス向上のために信託基金を募るとしたら、いくらまでお支払いただけますでしょうか？
次の選択肢の中から一つお選びください。

A.　2,000 円未満
B.　2,000 円～4,000 円未満
C.　4,000 円～6,000 円未満
D.　6,000 円～8,000 円未満
E.　8,000 円～10,000 円未満
F.　10,000 円以上

4)二肢選択(dichotomous choice)方式

この方式は、対象者にある支払金額を提示して、Yes か No かを 1 度だけ問う。そして、対象者が Yes と答える確率と提示金額との関係を離散的選択モデルによって統計的に解析し、WTP を推計する。この方式は、現在最も多く用いられている CVM の方式であるが、多数のサンプルが必要である。異なる支払金額を二度提示して Yes か No を質問する二段階二肢選択(double bounded dichotomous choice)もある。

この環境サービスの向上に対して、一世帯あたりおよそ年間 10,000 円の対策費用が必要となります。この金額を信託基金と募る場合、あなたは同意されますか？
1．Yes　　2．No

4.3. CVM の分析手法

オファー価格を提示するタイプの CVM 調査では、上述のアンケート方式によって得られた SP データを用いて対象財に対する需要曲線を推計する。平均的な WTP はオファー価格に対して回答者が賛成する確率から導き出される。評価者は真の WTP がロジスティック分布すると仮定して、WTP の需要曲線を推計する。すなわち、人々が提示価格 Y でその財を購入する確率 P は、

$$P = \frac{1}{1+e^{-\alpha-\beta Y}}$$

という式のようになる。なお、α と β はパラメータであり、調査データから最尤法によって推定する。この式で表される曲線が図 2.7.-4 であり、この曲線について積分した値（曲線の下の面積）が平均 WTP である。また、確率 0.5 に相当する提示価格が WTP 中央値である。

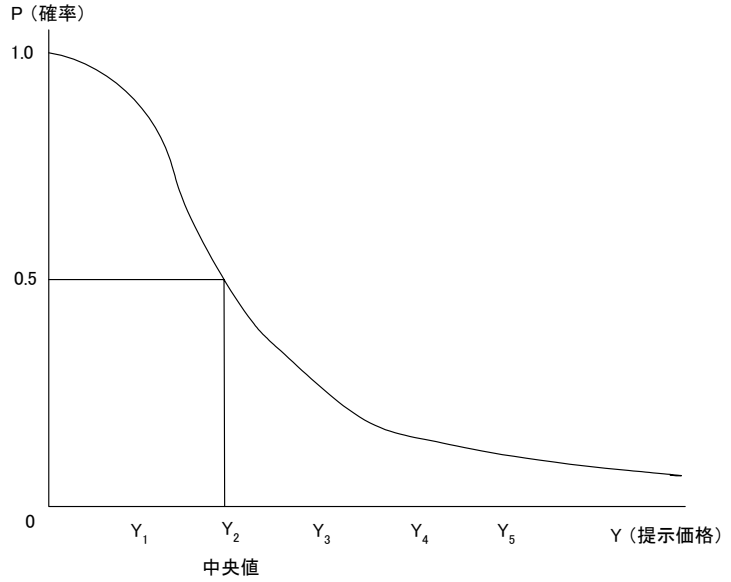


図 2.7.-4 確率曲線

4.4. CVM における問題点

CVM における問題点は以下の通りである。

(1) バイアス
(2) 包含効果（embedding ）
(3) 情報効果

(1) バイアス

CVM はアンケートを用いて回答者に環境価値をたずねるため、回答者に対する説明内容や質問方法によって評価額が影響される可能性がある。この影響は「バイアス」と呼ばれ、これまでの研究によって CVM には多数のバイアスが存在することが知られている。Mitchell and Carson, 1984.[16]では CVM におけるバイアスについて包括的な説明を行っており、表 2.7.-1 に示すようにバイアスを分類している。代表的なものとしては下に示す戦略的バイアスと質問順序バイアスがある。

[16] Mitchell, R. and R. Carson (1989) Using Surveys to Value Public Goods: the Contingent Valuation Method, Washington, D.C.: Resources for the Future.

1)　戦略的バイアス

公共財を CVM の対象とした場合、回答者は料金徴収をおそれて WTP を過少申告したり、何らかの意思表明の機会と捉えて WTP を過大申告したりするインセンティブを持つ。回答者が質問に対して戦略的に振る舞い、真の WTP を回答しないことを戦略的バイアスが生じているという。この問題は回答者の利害と現実の政策を関連付けするような条件を課すことである程度回避することが可能である。そのためよく設計された CVM では戦略バイアスは小さいものと認識されている。

2)　質問順序バイアス

質問順序バイアスとは回答者が合理的な判断の下で WTP を回答することができない状態をいう（精神バイアスともいう）。この問題は端的に言えば回答者の支出計画の矛盾に帰する。

ある CVM 調査において、ある回答者が環境資産の保護のために年間所得の 3%を支払うと回答したとする。それほど時間をおかず、この人物が別の CVM 調査で異なる環境資産の保護のためにまたもや年間所得の 3%を支払うと回答したとする。この人物の環境資産に対する評価は当初の精神的評価を超えて年間所得の 6%に達している。これは明らかに矛盾であり、調査結果の信頼性を損なうものである。また、絶滅の危機に瀕した鳥の保護対策プログラムの CVM 評価額が 12 億円と推計されたとして、他の同様の 100 種についても 12 億円ずつ支払うという評価結果が期待されるわけでもない。

このことは、評価対象の価値は個別の要請に基づいた価値であって、積算可能な、もしくは交換可能な貨幣価値を評価しているものではない、ということに起因する。CVM が連続して行なわれる場合、回答者は最初の質問に高い WTP を提示することになるので、付値にバイアスが生じる。こうしたバイアスは特に存在価値などの非利用価値の測定において問題となる。現在までのところ質問順序バイアスを取り除く方法はないため、非利用価値の評価にあたっては手法上の限界をわきまえておく必要がある。

表 2.7.-1 CVM のバイアス

歪んだ回答を行うインセンティブに起因するもの		
	戦略バイアス	公共財のフリーライド問題に起因するバイアス
	追従バイアス	相手に喜ばれるような回答をしようとするバイアス
	調査機関バイアス	回答者が調査機関にとって望ましい回答をしようとする
	質問者バイアス	質問者が喜びそうな回答をしようとする
評価の手がかりとなる情報によるもの		
	開始点バイアス	質問者が最初に提示したオファー価格が回答に影響する
	範囲バイアス	WTP の範囲を示すとそれが回答に影響する
	関係バイアス	評価対象と他の財との関係を示すとそれが回答に影響する
	重要性バイアス	評価対象の重要性を暗示するとそれが回答に影響する
	位置バイアス	質問順序が評価対象の価値の順序を暗示していると受け取る
シナリオ伝達ミスによるもの		
	理論的伝達ミス	提示したシナリオが経済理論的あるいは政策的に妥当ではない
	評価対象の伝達ミス	回答者の受け取った内容が質問者の意図したものとは異なる
	シンボリック・バイアス	調査者の意図する財とは異なる何かシンボリックなものを回答する
	部分全体バイアス	調査者の意図する財よりも大きい、あるいは小さい財について回答する
	地理的部分全体バイアス	調査者の意図する財の地理的範囲よりも大きいあるいは小さい財について回答する
	政策部分全体バイアス	調査者の意図した政策内容よりも包括的、あるいは部分的な政策内容について回答者が想定する
	測度バイアス	評価測度が調査者が意図したものとはことなる
	供給可能性バイアス	評価対象の供給可能性が調査者の意図したものとは異なる
状況伝達ミス		
	支払手段バイアス	支払手段が調査者の意図とは異なって認識されたり、支払手段そのものが価値を持つ場合
	財産権設定バイアス	評価対象の財産権が調査者の意図とは異なる
	供給方法バイアス	評価対象の供給方法が調査者の意図とは異なって認識されたり、供給方法そのものが価値を持つ
	予算制約バイアス	回答者が支払うと答えると、他の財を購入できる金額が低下することを調査者の意図した通りに回答者には伝えられない
	評価質問方法バイアス	評価対象が提供される代わりに WTP を答えるという状況設定が適切に伝えられない
	説明内容バイアス	評価対象を説明するために事前に回答者に示す内容が回答に影響を与える
	質問順序バイアス	複数の財をたずねると前の質問に答えた金額にさらに支払うものと回答者が受け取る
サンプル設計とサンプル実施バイアス		
	母集団選択バイアス	選択された母集団が評価対象財の便益や費用が及ぶ範囲からみたときに不適切
	サンプル抽出バイアス	サンプル抽出に用いるデータが、母集団のすべてを反映していない
	サンプル非回答バイアス	WTP を答えた回答者と答えていない回答者とで統計的に有意な差がある
	サンプル選択バイアス	評価対象についての関心が高いほど有効回答が高くなる傾向がある
推量バイアス		
	時間選択バイアス	質問を行う時期によって評価額が影響を受ける
	集計順序バイアス	
	地理的集計順序バイアス	地理的に離れている評価対象の WTP を不適切な順序でたずねて集計してしまう
	複数財集計順序バイアス	複数の評価対象の WTP を不適切な順序でたずねて集計してしまう

出所：栗山・北畠・大島（2000）『世界遺産の経済学』勁草書房，p.107

(2) 包含効果(embedding)

包含効果とはスコープ無反応性(scope insensitivity)とも呼ばれ、評価対象となっている財の規模もしくは数量が大きく変化したにもかかわらず評価額が統計的に有意なほど変化しないという状況を指す。例えばある地域に存在する特定の湖に関する水質改善プログラムに対して WTP を評価した結果と、その地域にあるすべての湖についての水質改善のためのWTP の評価結果がそれほど変わりはなかった、というような場合に包含効果が認められるという。

なぜ包含効果が生じるのであろうか？理由の一つとして、温情効果(warm glow effect)が考えられる。CVM において回答者がしていることは、環境に対して自らが貢献していることについて良いことであると思わせるような、ある一定量の金額を提示することである。それゆえ、彼らは最初の財貨もしくは CVM 調査で質問されたシナリオにおける、この「温情」の意義を他の同様の価値評価にも転嫁するのである。温情効果は環境に良いと思う行動であればどのような質問にもyesと回答してしまう、という「賛成投票(say-yes)現象」の理由としても考えられる。

近年の CVM では評価対象の質問項目にあらかじめ規模に関する属性を組み込んで、規模に関する WTP の感度分析(スコープテスト)を行い、包含効果を検証することが多くなっている。

(3) 情報効果

ほとんどの CVM 調査に関して、情報は決定的に重要である。例えば、人々が成層圏のオゾンホールについての知識を得ており、それがガンの危険性と関連していることを知っていれば、オゾン破壊物質の排出削減に関するプログラムに対して人々が評価するWTPは、情報を持たない人々から得られるWTPとは明らかに値が異なることは想像に難くない。人々の持つ情報が変化すれば、環境財に対する自らの WTP を変化させるであろう。以下の情報に関して WTP が感応することが過去の実証分析から明らかになっている。

- 財の特性に関する情報(物理的特性、人体への影響)
- 代替財／補完財に関する情報(他の財との比較)
- 関連支出に関する情報(機会費用、財源等)

加えて、一定の WTP は次の情報によっても影響を受けるとされている。

- 他者の行動に関する情報(他国の事例、近隣地域の判断事例等)
- 提示のルール(公表値に基づく情報開示、情報の非対称生の解消)

■ 5. コンジョイント分析(conjoint analysis)

コンジョイント分析は計量心理学や市場調査の分野で発展してきた手法であるが、1990 年代に入ってから環境経済学の分野でも研究が開始され、近年、環境評価にも応用されるようになった。コンジョイント分析では、消費者が通常行う購買活動、選択行動における順序判断のデータから、多様なニーズを持つ消費者から構成される市場において、特定の財・サービス(環境財などの仮想的なものも含む)がどう評価されるかを把握することに貢献できる。それとともに、財やサービスに対しての属性評価と属性そのもののウェイトを定量的に評価できるので、財やサービスの効用の推定と消費者の選択行動の予測に利用することも可能である。CVM が評価対象の全体の価値を評価するのに対して、コンジョイント分析は属性別に価値を評価できるといった特徴を持っている。

コンジョイント分析の手順としては、プロファイルと呼ばれるカードを用いて評価を行うため、まず被験者に提示するプロファイルを決定後、アンケート票を作成し、アンケート調査、データの解析などを実施する。プロファイルの特徴から、以下のような分類がされている(表 2.7.-2)。図 2.7.-5 は評定型別の質問例である。

表 2.7.-2 コンジョイント分析の類型

完全プロファイル評定型		
	内容	商品プロファイルを回答者に示して、その商品がどのくらい望ましいかを訪ねて評価を行う。
	利点	個人別に属性単位の評価が可能
	欠点	質問時間が長く、すべての属性を含む完全プロファイルを用いるため、属性の多い商品の評価は困難。
ペアワイズ評定型		
	内容	二つの対立する商品プロファイルを回答者に示して、どちらがどのくらい好ましいかをたずねて評価を行う。
	利点	個人別に属性単位の評価が可能。商品の一部の属性のみを含む部分プロファイルを使うことができるので、多数の属性を評価することが可能。
	欠点	質問時間が長い、属性の数があまりにも多いと重要な属性が過小評価されることがある。商品の一部の属性のみが異なる二つの商品から選ぶという形式が非現実的という批判もある。
選択型コンジョイント／選択型実験		
	内容	複数のプロファイルの中から最も好ましいプロファイルを選択してもらうことで評価。
	利点	実際の消費行動に近いため現実性が高い。回答時間が短い。
	欠点	個人単位の評価が困難。属性数に限界がある。

出所：鷲田・栗山・竹内編(1999)「環境評価ワークショップ」築地書館 p.30

コンジョイント分析は、計量心理学や市場調査の分野では多数の実績があるものの、環境評価の分野では研究が始まったばかりであり、まだ研究段階にとどまっている。CVM がすでに政策実施段階まで到達しているのに対して、コンジョイント分析は環境政策に用いられた例が存在しない。しかしながら、コンジョイント分析は多くの可能性を秘めているため、研究者の関心も高いようである。

コンジョイント分析の可能性は、第1に評価可能な対象が非常に広く、生態系などの非利用価値の評価も可能なことである。これまでの非利用価値の評価はCVM以外では不可能と思われてきたが、コンジョイント分析はCVMと同様にアンケートを用いて人々の選好を直接聞き出すため非利用価値の評価が可能である。第 2 に多目的なプロジェクト評価などに使える可能性が高い。例えば、河川開発には、治水、利水、発電などに加えて、レクリエーションの場を提供するなどの様々な目的をもっている。CVM などの既存の手法では、多目的プロジェクトをそれぞれ目的別に評価するのは難しいが、コンジョイント分析では、多属性な商品を属性単位で評価できることから多目的プロジェクトの評価にも使える可能性が高い。第 3 に公共事業や環境政策の代替案の評価に使える可能性がある。例えば、ダム開発を考える場合、治水効果、利水効果、発電量、魚類への影響、景観への影響、生態系への影響などの様々な属性によって代替案が構成される。コンジョイント分析を用いれば、属性単位で評価できるため代替案の比較が可能となる。

以上のように、コンジョイント分析は新しい可能性を秘めている一方で、残された課題も多い。第1にコンジョイント分析におけるバイアスの問題である。コンジョイント分析は CVM と同様にアンケートを用いるので、アンケート設計に問題があると回答結果にバイアスが生じる危険性がある。しかしながら、コンジョイント分析は環境評価の分野で実証研究が少ないため、どのような状況でバイアスが生じるのか定かでない。第2に、コンジョイント分析の質問形式には、完全プロファイル評定型、ペアワイズ評定型、選択型などの質問形式が考案されているが、環境評価の際にどの質問形式が適切なのか明らかではない。第3に、属性の設定とプロファイルデザインの問題である。コンジョイント分析は属性単位で評価するが、あまりにも多数の属性を評価することは難しいので、特に重要な属性やそのレベルを用いるか選定する必要がある。CVM の場合は現実的なシナリオを採用することが重要視されているが、コンジョイント分析では、現実性と効率性を満たすプロファイル設計の方法が確立されていない。

このようにコンジョイント分析は潜在的な可能性を持っているものの、多数の課題も残されており、CVM で生じる問題は、コンジョイント分析でも同様に生じることから、コンジョイント分析の導入で CVM の解決困難な問題が解決できるわけでないことに注意しなければならない。今後のコンジョイント分析の環境評価研究の蓄積により手法の信頼性を高める事項が明らかにされる必要がある。

完全プロファイル評定型の質問例

次のような自動車があるとしたら、あなたが購入する可能性はどのくらいでしょうか？
購入する確立をパーセントで回答してください

赤色
小型
排気量　1,000cc
価格　100万円

購入確率　　%

ペアワイズ評定型の質問例

あなたはどちらを好みますか？1から9のどれを選んでください。

大型
価格　120万円

小型
価格　100万円

非常に左側を好む　　どちらも同じ　　非常に右側を好む

1　2　3　4　5　6　7　8　9

選択型コンジョイント／選択実験の質問例

あなたはどの自動車が好きですか？1から4のどれか選んでください。

番号	1	2	3	4
色 大きさ 排気量 価格	白色 小型 1,000cc 100万円	黒色 中型 1,500cc 150万円	赤色 大型 2,000cc 200万円	この中からはどれも選ばない

出所：鷲田・栗山・竹内編(1999)「環境評価ワークショップ」築地書館 p.31

図 2.7.-5 コンジョイント分析の質問例

1. 調査研究の詳細

1.3. 適用事例の紹介

1.3.1. 研究開発独法の機関評価に係るアウトカム分析－NITE を事例にして

みずほ情報総研(株)
シニアコンサルタント　伊藤　豪一

■1.背景と目的

現在、独立行政法人に対する事業評価は、毎年度の業務実績や中期目標の達成度について、実施量やその実施の効率性等の視点を中心に第三者評価が実施されている。しかしながら、今後、独立行政法人に対する評価をより適切に実施し、独立行政法人が一層効果的な事業展開を図るためには、これまでの単年度毎の事業実績(アウトプット)評価に加え、アウトカム(アウトプットに含まれる価値)やインパクト(波及効果)による評価の必要性が指摘されている。

ここでは、独立行政法人製品評価基盤機構(以下 NITE)を例にとり、NITE 業務全般(バイオテクノロジー分野、化学物質管理分野、適合性評価分野、人間生活福祉分野)にわたって、業務のアウトカムを抽出し、評価を試行することで『NITE アウトカムの評価体系』を作成することを目的とする。さらに、アウトカム評価を通じて、独立行政法人としてのあり方と市場からの評価を明確にする。

■2.アウトカムのとらえかた

2.1.アウトカムの定義・概念の整理

本調査でのアウトカムを以下のように定義するとともに、アウトカム発現までのプロセスにおけるアウトカムの考え方を図 3.1-1 に示す。

■ **アウトプット**

NITE 業務の結果、又は結果の外形的側面。(例:発表した論文の数)

■ **アウトカム**

成果の内容的側面、又は成果に含まれる価値。(例:発表した論文の質、価値)

アウトカムは、多くの場合直接把握することが困難であるため、アウトプットの活用状況等を把握することで推定する。(例:NITE の成果である論文が参照されている数)

■ **インパクト**

アウトプットの活用により生み出される影響。アウトプットの利用者以外にもおよぶ社会的影響。

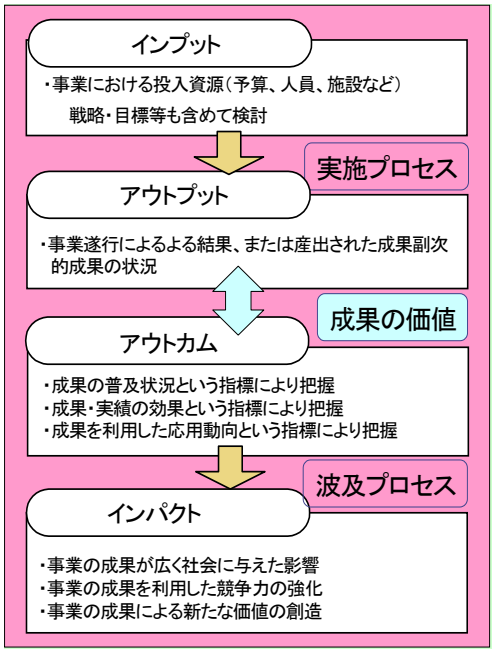


図 3.1-1 アウトカムの考え方

アウトプットの価値（＝アウトカム）は、アウトプットの利用者によって最もよく判断されると考える。したがって、アウトプットが、その想定される利用者にとって、実際にどのように役立っているのかを把握することでアウトカムを判断する。具体的には以下の観点が重要である。

- 成果を利用するユーザにとって役立つものであり、ユーザがその成果により何らかの恩恵を受けることができたか。
- さらに、社会全体に対してなんらかの便益をあたえるものであったか。
- それらは、組織の位置付け（組織としてのビジョン・ミッション）を踏まえたものであったか。

2.2.アウトカムの抽出

アウトカムを把握する為には、まず、機関の事業を分析し、そのステイクホルダを明らかにした上で、各ステイクホルダが事業の成果をどのような形で利用し、どのような便益を享受しているかを把握する必要がある。

対象とする事業の政策目的（事業がユーザや社会に対してもたらす最終成果：ミッション）、機関の位置付け（役割）を確認し、機関の活動に端を発した成果が、様々な形態をとりながら（利用の連鎖を繰り返しながら）、誰に、どこで、どんな位置付けで、どのように利用されているかを明らかにすることによって、ステイクホルダ間の関係と成果の利用についてのプロセスをモデル化する。そして、各ステイクホルダが、どのような便益を得ているかを把握することで、アウトプットが当該事業のミッションに達するまでのプロセスにおける、成果の価値（アウトカム）の流れを把握することができる。すなわち、実践的にアウトカムを把握する為には、ステイクホルダの関係を整理し、成果の利用についてのプロセス（アウトカムの流れ）をモデル化した「ステイクホルダを明示したロジックモデル」＝「アクターベースのロジックモデル」を利用することが有効である。

■ 3.NITE のアウトカム

ここでは、アクターベースのロジックモデルを作成し、これを利用することで NITE のアウトカムを抽出し、アウトカム指標を作成する。

3.1.NITE の概要

アウトカムを抽出する上で、一番初めに議論されねばならない点は、対象としている業務がどのような理念の下で行われているかという点である。独立行政法人製品評価基盤機構（NITE）の役割は、『経済社会の発展及び国民生活の安定を支える技術的な基盤の整備を目的とする機関として、最新の技術情報を効率的かつ効果的に収集・整理・提供することを通じて、我が国経済社会に貢献する。』事である。NITE は、1928 年に設立された輸出絹織物検査所に端を発し、工業製品の検査を主要な業務として実施してきた歴史をもつ。現在は、『信頼できる技術と情報をもとに、「くらしとの安全・安心」に貢献する。』を基本理念として、時代のニーズをいち早くとらえ、国民生活と産業活動をつなぐために、技術情報を評価し、価値を高めて、広く社会に提供すること、および、技術に基づいて法律を執行し、行政を支える事を役割としている。

より具体的には、物資等に関する技術的な評価を行うことをもって産業基盤を提供することであり、検査機関の時代から培ってきたモノの性状を観て基準にあてはめ合否を判定するという『モノを評価する（広い意味で“計る”）』という技術を根源として、「基準（標準的データや菌株、評価法）や技術的な判断のよりどころ（化学物質リスク評価書、製品事故原因分析報告書）の提供」から「基準体系の構築」さらには「基準への適合性評価のシステム構築・運用」を行うことで評価技術を実践し社会に役立てる組織と捉えることができる。

3.2.NITE のミッションとアウトカムを捉える視点

NITE の具体的な業務分野は、

① バイオテクノロジー分野、
② 化学物質管理分野、
③ 適合性認定分野、
④ 生活安全分野

である。各分野の政策における業務の位置付けを図表 3.1-2 に示す。

個別分野の内容として、バイオテクノロジー部門では、微生物の収集・保存・提供、保存株の高付加価値化を目的としたゲノム解析等を基幹業務として実施。業務の目的としては、研究開発用標準株（系統分類が明らかで、塩基配列と機能が明らかな菌として研究対象菌の機能解析の際に参照する、または変異のない同質の菌株として抗菌効果等製品の生物工学的な性能確認の基準とする等）等研究用試料の提供による研究開発の促進と効率化、標準株の提供による製品製造段階における生物工学的性能に係る品質管理の効率化等。ユーザは、企業・大学の研究者、企業の品質管理部門である。

化学物質管理部門の主要業務は、化審法の審査支援業務、PRTR 法支援業務、化学物質管理に必要なデータを提供する CRHIP。化学物質管理政策には、大別して規制と自主管理があるが、化審法審査支援は規制、PRTR 法支援は自主管理、CHRIP はその双方に関係。ユーザは、法施行主体しての行政機関（国、地方自治体）、法の対象となっている事業者、化学物質の暴露を受ける国民である。

適合性認定分野の業務は、ISO/IEC17011 に基づく適合性評価機関の認定を実施し MRA にも加入。ユーザは、認定を受ける事業者、認定事業者の顧客である製造事業者や行政機関、適合性評価制度を所管する行政機関である。

生活安全分野では、くらしの安全・安心と快適な生活の実現を目標に、製品安全関係業務（製品事故情報の収集、原因究明と情報提供、および法律に基づく立入り検査業務）を実施。ユーザは、製品製造メーカー、製品を利用する一般国民、製品事故に関連する行政機関、扱う製品に関連する法律等を所管する省庁である。

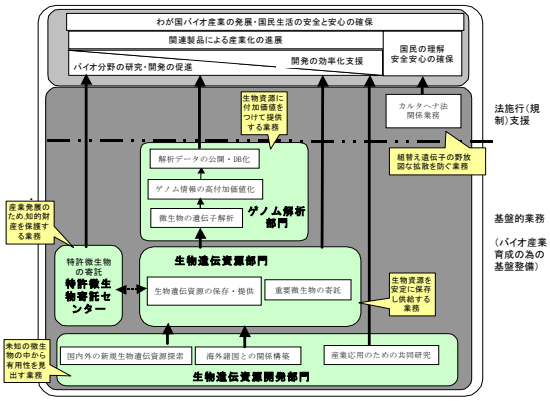
さらに、福祉用具や高齢者に対する安全で安心な製品の普及を目指し、福祉用具を中心とした標準化の策定関係業務、人間特性計測業務を実施。ユーザは、製品製造メーカー、規格に関連する法律等を所管する行政機関、国内外標準化機関である。

このような NITE 業務の特性は、「必ずしも経済活動に直接的に働きかけるものではないが、経済活動を支える技術的な基盤を担う」業務ととらえることができる。特に、「必ずしも経済活動に直接的に働きかけるものではない」という特性は独立行政法人に共通した特長であると考えられる。

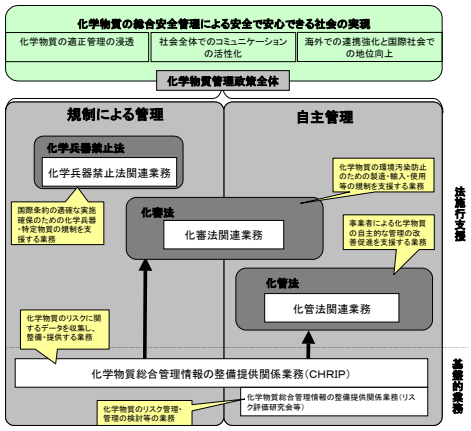
上記のような性質を有する政策実施機関にとってのステイクホルダは、狭くは NITE の事業成果を直接利用するユーザ、広くは政策目的に照らし成果の便益を享受する者や社会全体であり、そのアウトカムおよびその指標は、

- 国民生活・産業界の発展にどのようにこたえられているのか
- 産学官民各界の知的要求にどれだけこたえられるか
- 国民の安全で安心な生活の実現に向けどのように貢献してきたのか
- 政策の執行機関として行政にどのような貢献がなされたか
- 上記を実現するための環境をどのように整備していくことができるか

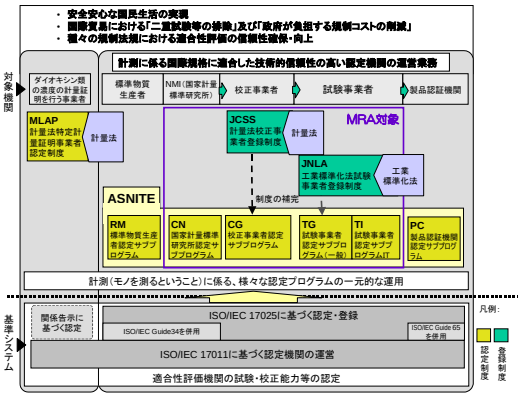
という視点で捉えられる。加えて、国際社会の中でどのような役割を果たしていけるか、国民の理解と信頼をどの程度得ていくことができるかという視点が重要になる。前者は、我が国産業の発展のためには海外諸国と連携していくことが必要であることを反映したものであり、後者は、組織に対する国民の理解が不可欠であることを反映したものである。



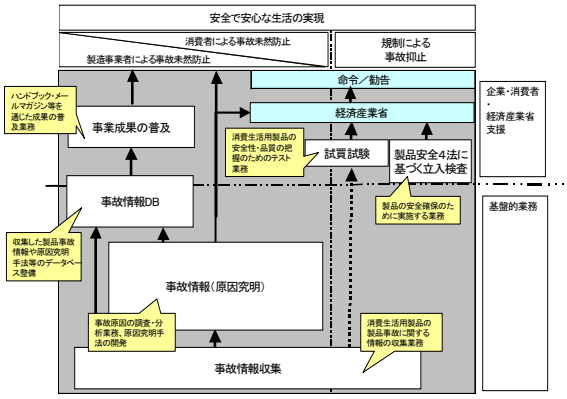
バイオテクノロジー分野の例



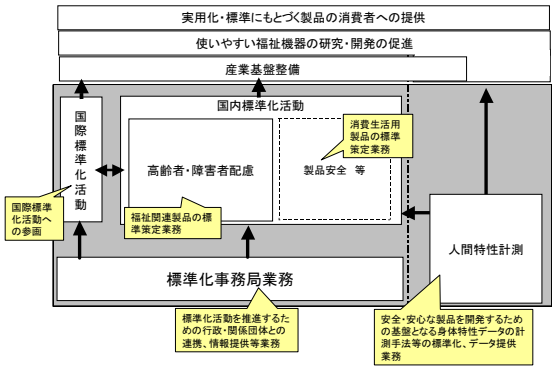
化学物質管理分野の例



適合性認定分野の例



製品安全分野の例



標準化分野の例

図 3.1-2 各分野の政策における業務の位置付け

3.3.NITE 業務分析とアウトカム評価指標

前項の NITE の政策のなかでの役割を踏まえたうえで、NITE の業務分析として、以下のプロセスを行うことで NITE のアウトカム抽出し指標を設定する。

① 市場や社会における役割を明確化（各業務が政策や市場の中でどのように位置付けられているか、ステイクホルダとの関係を整理）する。
② ステイクホルダ及びそのステイクホルダ間の関係（どのようなインタラクションがあるか）を把握する。
③ NITE の社会のなかでの役割を踏まえ、各ステイクホルダ及び社会にとっての価値を検討し、各ステイクホルダにとっての価値をアウトカムと定義する。
④ 指標データの収集先を考慮し、その価値を把握する為の指標を設定する。

ここで、NITE の市場への係わり合いはそのステイクホルダとの関係を前述のアクターベースのロジックモデルを用いて整理すると、NITE から市場に至るプロセスとして「直列型」「多段階型」「複雑型」「並列型」と整理することができる。

■「直列型」（短段階）

NITE 成果の利用が直接的に市場で利用される事例。具体的には、菌株の分譲先企業が、製品製造の効率化に直接利用するなどが例としてあげられる。

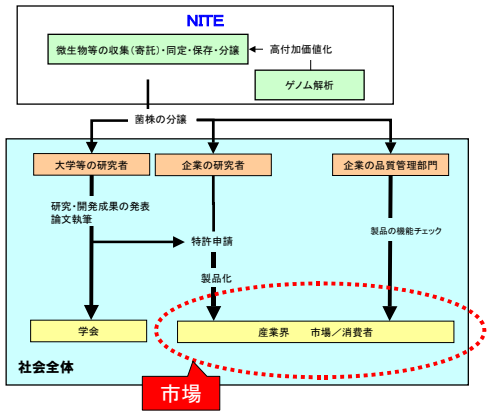


図 3.1-3「直列型」（短段階）

■ 直列型（多段階型）

NITE 成果が、NITE の直接的なユーザ（一次ユーザ）を通じてではなく、一次ユーザの顧客（二次ユーザ）などを通じて、間接的に市場に作用する。具体的には、NITE の認証を受けた認定事業者（一次ユーザ）が、彼らの顧客（二次ユーザ）にロゴマーク等を与え、二次ユーザがロゴマーク入りの製品を市場で売買する場合などが例としてあげられる。

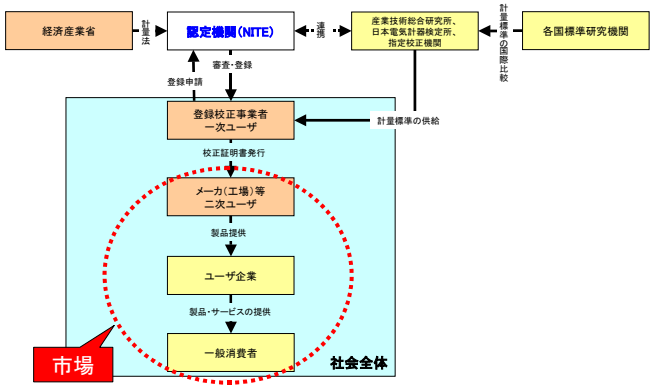


図 3.1-4 直列型（多段階型）

■　並列型

NITE のユーザが市場の複数の段階に位置している場合。例えば、有害化学物質を規制を行う当局と、規制を受ける側の企業、企業の製品を利用する一般国民に対して、専門家の立場からそれぞれの立場で支援を行う場合などが例としてあげられる。

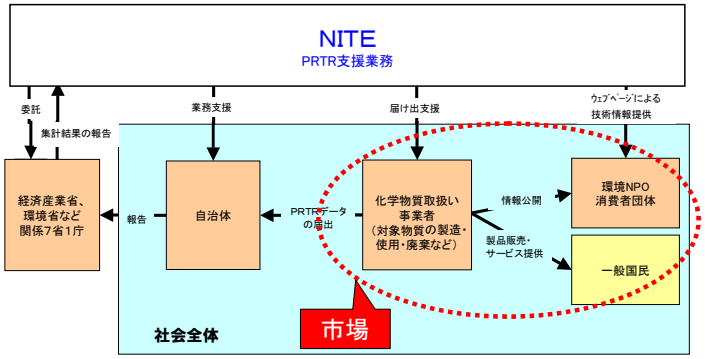


図 3.1-5　並列型

■　複雑型

直列型と並列型が複合した形式。製品安全のように、ある側面では立ち入り検査などの規制支援を通じた多段階的な面を持つが、別の側面では、事故情報収集やハンドブックの発行など、事業者および消費者の支援を実施する側面をもつ。

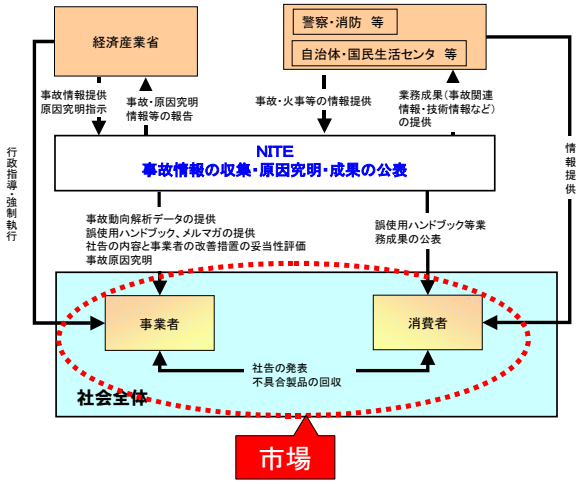


図 3.1-6　複雑型

3.4.アウトカムの評価軸

NITE のミッションと NITE アウトプットの市場との係わり合いを整理すると、NITE 業務を以下の 3 つの側面で捕らえることができる。

- ■　基盤的側面
  必ずしも経済活動に直接的に働きかけるものではないが、経済活動を支える技術的な基盤を担う。
- ■　規制的側面
  安全・安心な社会生活を営む基盤として、技術的なリスク評価を踏まえた、リスクをマネジメントする業務をになう。
- ■　投資的側面
  知的基盤をベースとしたに技術的なサポートを行うことで、新市場の創出や新製品開発等直接市場に働きかける業務。

「必ずしも経済活動に直接的に働きかけるものではないが、経済活動を支える技術的な基盤を担う」組織という NITE の特性を踏まえて、上記の基盤的側面と規制的側面の「基盤性」に着目する。この「基盤性」を示す共通的なアウトカムは、「公共性」「中立性」「専門性」を軸とした「行政」「産業界」「国民」に対する価値としての定性的なアウトカムとなる。

したがって、その指標は、定性的な価値を測る為の業務の意義や位置付けと、定量的（数量的）な価値を量るための業務の認知度や利用度などを組み合わせて設定する。

3.5.アウトカム指標の設定

具体的な指標については、ロジックモデルを踏まえ、個別具体的に設定していくが、表 3.1-1 に示した指標を、共通的な指標として設定する。また、個別指標を設定する際の留意点として、以下の点を考慮する。

- アウトカム創出までの時間を考慮(マイルストーンの設定)
- 業務の目標、役割、位置付けを考慮(アウトプットの利用法・効果等に応じた指標設定)
- 外部要因の変化、社会的な状況を考慮(市場・ユーザニーズに対応した指標の導入)

表 3.1-1 共通的なアウトカム指標の観点

【必要性】 (NITE が業務を行う必要性)		「もし NITE が存在しない場合」にはどのような弊害が起きうるものかといった観点から調査内容を検討することが求められる。
【効率性】 (業務のアプローチの適切性)	**【経済性】** (NITE 業務の投資対効果)	業務目的に応じ、①市場創出、②被害抑止、③市場の下支えを図るものなのか等、その役割を整理することが求められる。
	【妥当性】 (業務主体の妥当性)	NITE が業務を行うことの妥当性、適切性に関して、業務実施における NITE 位置付けを通じて把握する。
【有効性】 (業務のメリットの明確性)	**【ニーズ充足度】** (ユーザニーズの充足度)	ユーザ満足度を計測する。その際、ユーザの立場による違いを考慮することが必要である。
	【合目的度】 (目的への適合度)	事業目的に照らし合わせ、その目的に合致した効果を得ているか。また、目的が達成されていない場合は、目的に向けた成果が出ているか。
【貢献度】 (業務実施での NITE の関与割合)		業務における NITE の寄与度として、NITE による成果を分離できるかを検討することが必要である。
【想定外のアウトカム】		想定されていなかった新たなアウトカムの可能性を検討するために、NITE に対する今後の要望を把握することも重要。

■ 4.アウトカム指標データの収集と評価

4.1.ロジックモデルの作成とアウトカム指標データの収集

4.1.1.NITE アウトカムデータの取得と分析

NITE の具体的なアウトカム指標を収集法について、図 3.1-7 に示す。

① NITE 業務の分析を通じて、NITE の位置付けやステイクホルダを明らかにし、ステイクホルダ間の関係や NITE 成果の利用方法の仮説から、NITE 業務に関連するステイクホルダと成果利用の流れ(アクターベースのロジックモデル)を作成する。次いで、作成したロジックモデルから NITE ユーザにとってのメリットを考察することでアウトカム指標を抽出する。

② NITE の業務領域における専門家(学識経験者やオピニオンリーダーなど)の抽出と、専門家へのヒアリング、アンケート調査(業務の意義や位置付けの把握:定性評価)

③ NITE ユーザ、関連企業・団体等へのアンケート調査(全体動向把握:定性又は定量評価)及び、ヒアリング調査(個別意見、詳細意見収集:定性評価、数量的評価)

④ 可能なものについては、文献調査、市場調査などの客観的データを収集し、コストベネフィット分析等の定量分析を実施 (定量評価)。

以上のプロセスにより、定性的な評価に係るデータと定量的（数量的）な評価に係るデータをあわせて取得するし、両者を組合わせた評価を実施することで、NITE のような基盤性が強い組織に対するアウトカム的な視点での評価を実施する。

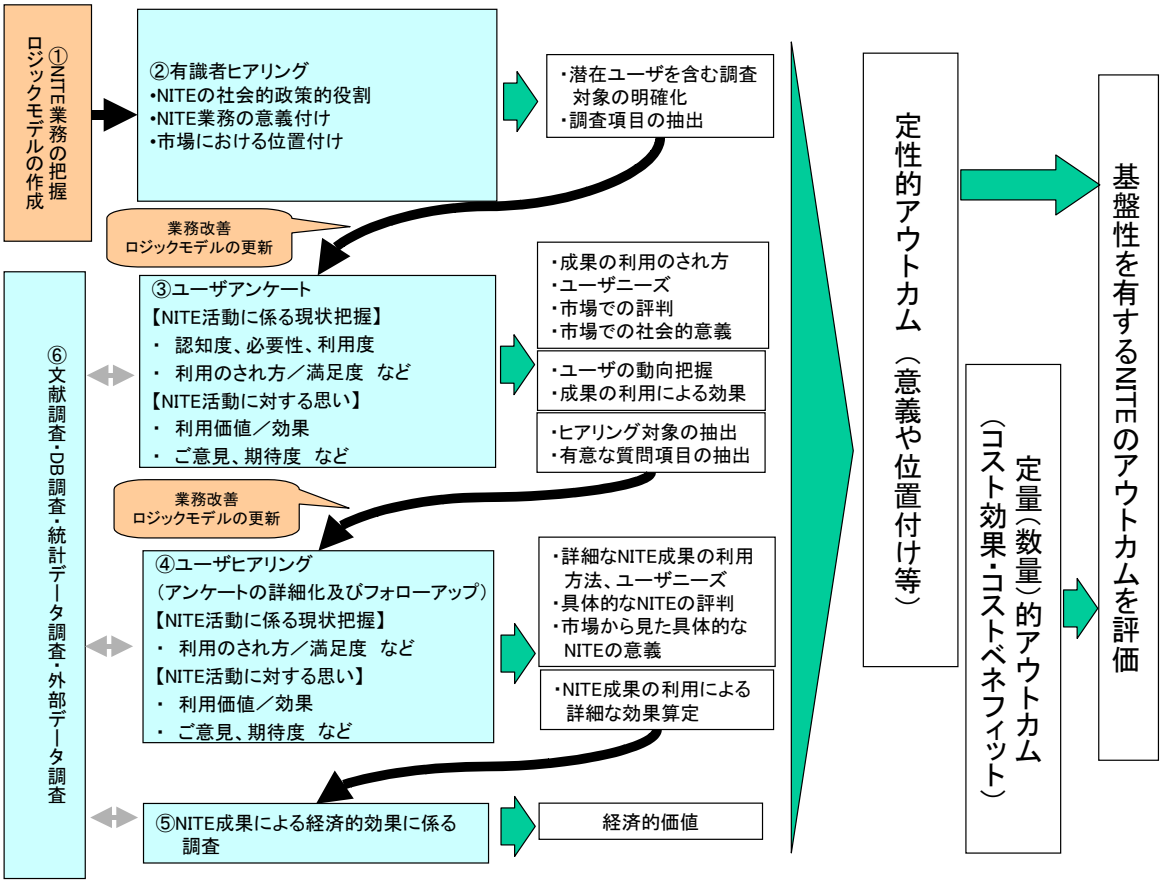


図 3.1-7 アウトカム調査の全体像

4.1.2.アウトカム指標に係るデータの収集

4.1.2.1.指標データの収集の留意点

ユーザベースのロジックモデルを利用することで、NITE 成果を直接利用する一次ユーザと、NITE の成果を直接的に利用するわけではないが、一次ユーザの顧客など一次ユーザの成果を利用する、NITE の二次ユーザが明確になる。

アウトカム指標データは、NITE 成果の直接の利用者である一次ユーザから収集することが望ましいが、さらに、必要に応じて二次ユーザ以降の下流層、および類似機関等から客観的なデータを得る必要である。

特に、他段階型や複雑型の業務では、市場における青果の把握が一次ユーザから得られるデータだけでは不十分な場合があるため、二次以降ユーザからデータを補完することでより精緻な評価が可能である。

しかし、一般的には二次以降のユーザは、当該事象を NITE の成果として認識していない場合がある。したがって、一次ユーザには NITE の業務意義や成果の質等を、二次ユーザには、NITE の直接的な評価は求めず、NITE が実施した成果に対する市場における評価を調査することになる。一方、定量評価を実施する際の客観的データとしては、市場動向や規格の普及等統計データを利用することが望ましい。

収集したデータの妥当性は、調査目的（調査内容）、調査手法、調査対象の各特性を踏まえて取得した指標データについて以下の点を考慮して分析する必要がある。

- NITE の業務意義など定性評価では、対象業務についての知見が十分であり、NITE の位置付けや業務特性を理解した調査対象から得られたデータであるか。
- 定量的に評価する場合、NITE にとって第三者のデータが収集されているか（統計データなど客観的なデータを利用したか）。

4.1.3.指標データの分析手法と評価の留意点

4.1.3.1.分析手法

(1)コストベネフィット分析

成果を経済的価値に換算できる場合には、コストベネフィット分析が可能となる。ただし、コストベネフィット分析を行うためには、経済的指標となるデータを揃える必要があるため、分析可能な業務が限られる。

1） コスト効果分析

成果を経済的価値に換算できない場合は、数量的な指標を定めその大きさで成果の内容を分析する。例えば、研究開発等の分野では、引用論文数が数量的な指標となる。本調査では、この数量的な評価に資する為のデータをアンケート調査により取得した。

2） 質的分析

成果を数量的に把握できない場合は、質的な指標を用いて成果の内容を分析する。NITE が事業の意義や、NITE 事業を行う必要性、NITE 成果の有用性などが質的な指標となる。①、②が数量的な分析手法であるのに対し、③は質的な分析手法ということができる。特に、NITE のような産業基盤的な業務を行う組織である場合、この質的評価としての業務の意義や必要性、NITE が行う事による有効性などを中心に評価する必要がある。

(2)分析評価の留意点

1） 定性的な評価と定量的な評価の組み合わせ

NITE の位置付けやミッションを考量し、複数の視点（基盤・規制・投資）、複数の軸（必要性・有効性・効率性・社会性）により評価定量的手法と定性的手法を組み合わせることによるデータの取得がなされたか。

2） NITE との関係の考慮

同じアクションを取ったとしても、ユーザと NITE の関係によりそのアクションの意味するところが異なる場合があるため、ユーザと NITE の“関わり方”を把握することが重要である。

3） ニーズ把握とミッションの明確化

社会のニーズと NITE のミッションを照らし合わせ、ニーズ充足度としてのデータ取得、ミッションの必要性の観点からのデータ取得が必要となる。

4） 寄与度/タイムラグ/外部環境の考慮

当初予想したアウトカムに対して、アウトカムが指標として具現化していない場合でもマイルストーンとしての成果が導き出されているか、または、アウトカムを創出していくための課題や外的要因を明らかにしているか。

■5.各分野における NITE のアウトカム評価のポイント

ここでは、4 章までの手法により、アクターベースのロジックモデルを利用しアウトカム評価を実施した結果と、ロジックモデルと抽出したアウトカムおよびその指標データについて、各分野における事例を示した。

5.1.バイオテクノロジー分野

5.1.1.アウトカム評価の概要

ユーザによる研究開発という行為を通じて社会に効果を及ぼす業務であることから、まず投資的側面のアウトカムに着目し、さらに調査を進めることにより NITE の役割としてより本質的な基盤的側面のアウトカムが得られる。

微生物の保存・提供業務においては、基盤的側面からのコストベネフィットと投資的側面からのコストベネフィットを出すことができる。

投資的側面のコストベネフィットは、論文の発表や特許取得を経て、新技術・製品の実用化による市場の創出や製品の出荷状況等によって把握されるものであるため、発現までのタイムラグが長い。

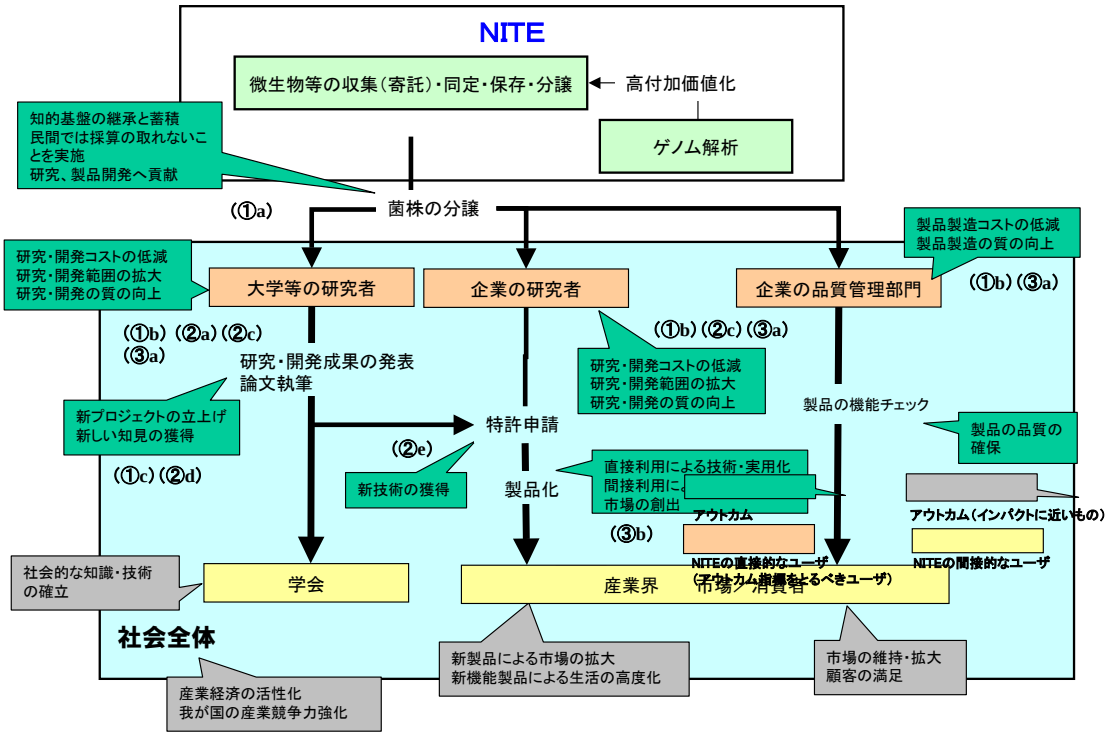


図 3.1-8 .バイオテクノロジー分野におけるアクターベースのロジックモデル

5.1.2.アウトカム指標とデータ

(1)定性的なアウトカム指標(質的分析)

(a) NITE の本来的役割である基盤性を表すアウトカム

- NITE が実施する意義。
  - 国が知的基盤の継承・蓄積を行うべき事業、国民財産として価値が蓄積。(大学研究者、企業開発部門・品質管理部門)
  - 日本がバイオ先進国となるためにも、国家主導のカルチャーコレクションは必要である。ただし、国民の税金を使っているため、効率的な事業推進を心がける必要がある。(大学研究者)
  - 民間では採算性が合わない業務を担当。(大学研究者、企業開発部門・品質管理部門)

(b) 産業の促進・研究開発の促進に係わるアウトカム

- 均質な菌株の安定的な供給。
  - 性質が特定でき、変異のない全く同質の菌株を提供しているため、標準株としての利用が可能。また、NITE 株であることで、菌の来歴の説明が不要。(企業品質管理部門、大学研究者)
  - 企業における分譲菌株の利用形態は、品質確認等のための標準菌株としての利用が多い。(企業開発部門)
- ゲノム解析事業を行う意義。
  - NITE がゲノムデータを公開していなければ、その後の研究開発プロジェクト(文科省:タンパク 3000[1]のうちの一つのプロジェクト)が起きなかった可能性がある。(大学研究者)
  - ゲノムデータが付されているので NBRC から分譲を受けている。(大学研究者)

(2)数量的なアウトカム(効果分析)

(a) NITE の研究成果の利用度

- NITE 又は共同研究者が発表した論文の被引用件数の推移
  - 被引用件数は、延べ 1,687 件、単年度の 1 論文当たりの被引用件数の平均は 11.4 件である。
  - 経済効果としてはまだ発現していない段階。被引用件数として指標をとることにより、論文の価値を含めて評価。
- NITE データを利用した特許の出願数
  - H13:2(1)、H14:11(2)、H15:16(3)件 。
  - NITE 成果の製品化へ向けた利用価値を評価。

(3)定量的なコストベネフィット分析

(a) NITE 成果による市場の付加価値

【概要】

製品に抗菌機能を付加することで市場における差別化を図り、付加価値を生みだしたことによる経済効果。結果、約 65 億円(4 社計)という試算結果を得た。

【計算式】

NITE 分譲菌株による付加価値創造の評価額

= (①付加価値による価格比率)×(②NITE 分譲菌株を利用した製品の売上高)

×[(③製造工程において NITE 分譲菌株を用いている工程の比率) ÷(④製造工程における抗菌作用を付加するための工程の比率)] } NITE の貢献度

【収集データ】

[1] 「タンパク 3000」の「特殊環境生物の代謝系タンパク質の構造・機能解析」プロジェクトでは、代謝系に関係した超好熱古細菌及び特殊環境生物由来のタンパク質を対象に、合計で 110 個以上のタンパク質の構造機能解析を行うことを目的としている。NITE の好気性超好熱古細菌及び好酸性好熱菌のゲノム解析データがあればこそ本プロジェクトが起きたといえる。(タンパク 3000 プロジェクトに参加している大学研究者)

① 市場調査により様々な製品において、抗菌製品と非抗菌製品の価格差を調査し、その価格差比率を製品種類ごとに算定したところ、12%～15%程度であった。価格差を考える際は、同一機能製品として同一会社から 2 つ以上のラインナップがある場合のみを対象とした。

② ヒアリング調査より、抗菌性を付加することによって、ブランド形成の一助としているケースを対象とし、当該製品の売上高を把握した。

③ NITE の寄与度として、抗菌効果を付加する工程における NITE の貢献度と定義し、製造工程における NITE 分譲菌株を利用する工程比率から、全体における NITE の寄与度を算出する。ヒアリングによれば、 NITE 分譲菌株を利用する工程比率は 3～5%である。

④ 製造工程における抗菌作用を付加するための工程（NITE 分譲菌株を使用する工程を含む）の比率をヒアリング調査によって把握。結果は 5%～100%と製品毎に大きく異なった。

①は抗菌効果がついた製品価格が103円、抗菌効果なしの価格が100円だとすれば、価格差比率＝(103-100)/103 となる。

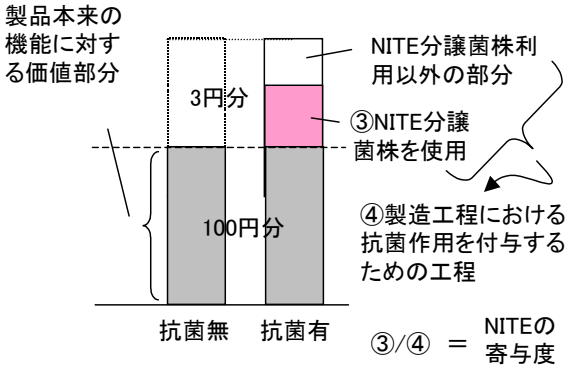


図 3.1-9 抗菌製品と非抗菌製品の比較

【考察】

- 製品開発における標準株としての利用形態による効果。市場価格比率の妥当性について、製品ごとの市場ニーズの変化や企業戦略による市場価格の流動性を考慮すると、経済効果としてのデータの寿命等についてさらに検討する必要がある。
- NITE が現在分譲している菌株についての経済価値を試算したものであり、NITE が現在収集しつつある菌株や、分譲していないが将来の分譲のために保存している菌株の経済価値の評価は含まれていない。

5.2.化学物質管理分野

5.2.1.アウトカム評価の概要

高度な専門性を必要とする行政上の業務（事業者に義務を課す制度の運用）において、専門人材を育成確保している、行政が効率化しているという独立行政法人制度が目指している基盤的なアウトカムが重要。

さらに、複数省の統一的な窓口として存在していること、複数のユーザが利用可能なデータ提供システムを一元管理、運用していることで事業者の法対応コストの効率化というアウトカムで数量的なデータを得ることができる。

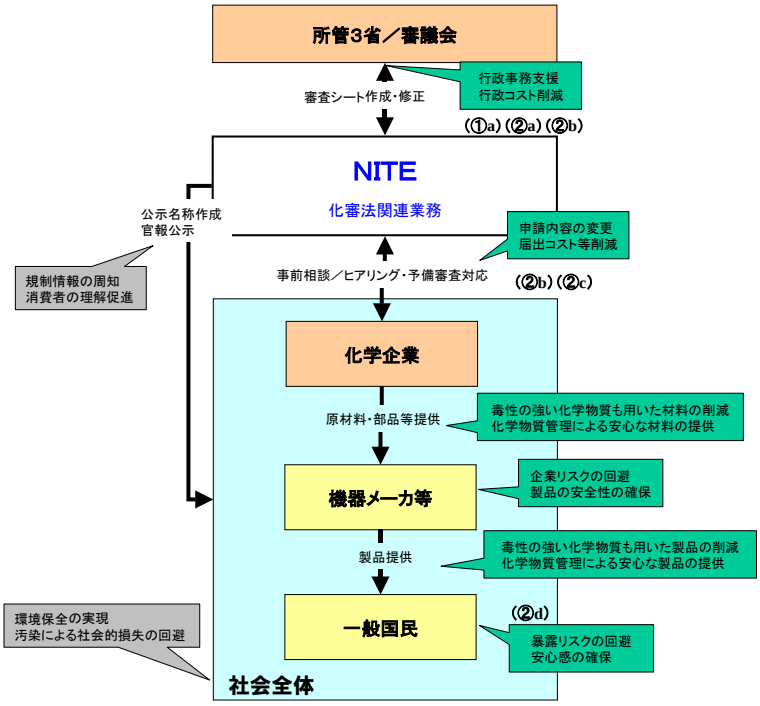


図 3.1-10 化学物質管理分野（化審法関連）におけるアクターベースのロジックモデル

5.2.2.アウトカム指標とデータ

(1)定性的なアウトカム指標（質的分析）

(a) 独立行政法人の本来的な機能によるアウトカム（企画立案と技術専門知識を要する業務を NITE が分担することによるアウトカム）

- 専門技術人材の育成による施策実施の効率化
  - 近年、審議内容が専門化しているため、NITE のようなスペシャリストが存在しないと審議の準備が出来ない。（3 省合同審議会委員）
- 政策当局が企画立案に専念することによる行政コストの効率化
  - 届出窓口の集約化によって、業務の効率化が期待される。現状では一つの省で化審法新規化学物質に係る担当者 3 名（兼任）の、届出に関する業務が効率化される。（政策当局担当者）

(2)数量的なアウトカム指標（効果分析）

(a) NITE が届出事業者の窓口として機能することによるアウトカム

- 届出事業者の法対応及び化学物質管理行政の効率化の効果

- ✧ 届出について NITE に事前に問い合わせるにより、不要な届出の取止めや申請内容を変更することで、届出コストが軽減している。(NITE への問い合わせは年間 500～600 件、内約 2 割が不必要な届出であり、届出を取止めている。)(政策当局担当者、届出事業者)
- ✧ NITE への相談により 1 件当たり、平均数週間から数ヶ月の製造・輸入期間の短縮。(届出事業者)

(b) 化審法による健康被害防止効果

- ➢ 法規制により取り扱いを制限することで予防される人的暴露量
  - ✧ 化審法の第 1 種特定化学物質であるクロルデン[2]について、法規制によって摂取量が 1/5 程度に減っている。(香川県での調査結果[3])。
  - ✧ 化審法の審査・規制制度自体の効果。NITE のアウトカムは、分離困難。

5.3.適合性認定分野

5.3.1.アウトカム評価の概要

認定プログラムの共通事項として、国の適合性評価制度の効率化という基盤的なアウトカムにかかわる定性的データが得られた。また、認定機関の一元化、公的機関による運営の意義、業務対応の迅速化、専門人材の育成・確保についてのアウトカムが重要。

NITE が認定を行う一次ユーザが、その顧客である二次ユーザの製品を検査・認証等を実施し、その二次ユーザが製品を製造し市場に送り出すという多段階型モデルである。したがって、各認定プログラムの NITE が運営することの価値と市場における価値とを一次ユーザと二次ユーザへ分けて調査することが必要である。

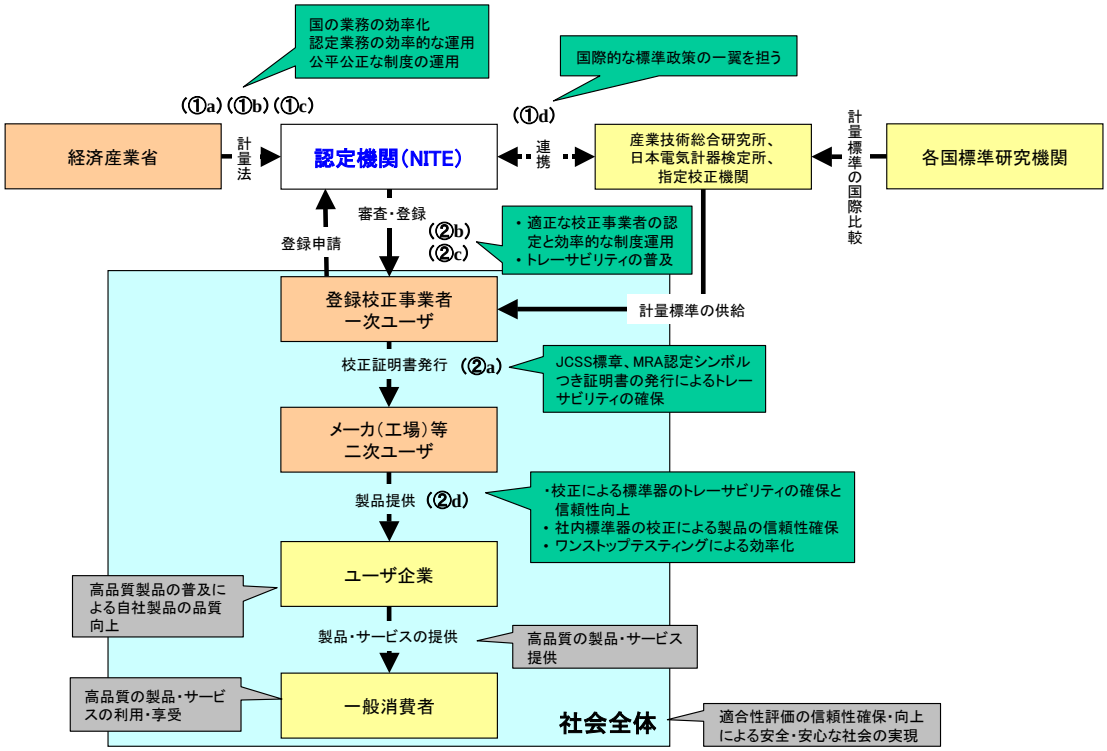


図 3.1-11 適合性認定分野(JCSS)におけるアクターベースのロジックモデル

[2] 「クロルデン」政令名称は、1,2,4,5,6,7,8,8-オクタクロロ-2,3,3a,4,7,7a-ヘキサヒドロ-4,7-メタノ-1H-インデンである。

[3] 具体的なデータとして入手できたのが香川県の調査結果のみであったため、本2物質について調査。(西岡千鶴、森香織、山下みよ子, 香川県環境保護研究センター所報 第3号, pp.128 (2004).)

5.3.2.アウトカム指標とデータ

(1)定性的なアウトカム指標(質的分析)

(a) 専門人材の育成・確保による効果的な制度運用に関するアウトカム。

- 企画立案業務と専門知識を利用して行う業務の役割分担による行政コストの効率化
  - 国による運営は決定に時間を要し、スキルの蓄積が重要にも関わらず人材の異動が激しいなど、本制度の運営主体としては相応しくない。ある程度国の縛りから離れた機関が運営を担うという現在の仕組みはバランスがよい。(a)(評価機関)
  - 技術的な専門性やユーザニーズの迅速な反映等を考慮すると、認定制度を国が抱える必要はない。(a)(大学教授)

(b) 国が直接、検査(認証)していた場合と比較し場合のアウトカム

- 認定機関を一元化し統一することの効率性
  - ISO/IEC17025 に基づいた各制度の管理・運用や審査員の育成を一箇所で行うことで効率化が可能。(b)(評価機関)
  - 認定区分での相互承認とり決め(MRA)では、国家間の契約窓口が一つで済む効果がある。(b)(大学教授)

(c) NITE が認定機関であることによるアウトカム

- 公的機関が認定制度を運用する意義
  - 個別企業の利益誘導につながらない、厳格な管理運用が期待できる。(c)(計測機器製造業界団体)
  - 独法は、公的機関としての中立性を維持しつつ、専門性を活かし柔軟な運用が期待できる。特に国民の安全確保に関する分野についてはその点が重要。(c)(大学教授)

(2)数量的なアウトカム指標(効果分析)

(a) 制度運営に係る NITE のアウトカム(NITE が行うことの価値)

- NITE の審査・審査員の質について登録事業者へアンケート
  - 約 90%の登録時業者が 90%以上が満足と回答。「やや問題あり」、「問題あり」という回答はいずれの質問に対しても 0%であり、NITE の審査員の質は高い。

(b) 二次ユーザ及び潜在的な二次ユーザである一般の製造事業者にとっての制度の有用度

- 二次ユーザの校正に対する意識は高い(約 97%が校正が必要と回答)。しかし、JCSS を主に利用しているのは約 37%。
  - 必要としている校正範囲が供給されていない、コストが高いということ。(製造事業者)
  - コストについては、JCSS 校正の内容からすれば相応しい。(校正一般の相場感としては高い。)(計測機器製造事業者)
  - トレーサビリティが確保されていれば、不確かさが大きくてもコストがかからない校正を供給してもらいたい。(計測機器製造事業者、製造事業者)
- 二次ユーザが JCSS 制度の普及に対して望むこと
  - 顧客には校正は物理的なモノではなく安全を買うのだという意識を広めて欲しい(製造事業者)
  - トレーサビリティの意義をもっと啓蒙すべき。(計測機器製造事業者)
  - 顧客や国際規格等の幅広い要求に応じて行くことが、また、どのようなユーザが JCSS の校正を必要としているかを把握することが必要。

5.4.製品安全分野

5.4.1.アウトカム評価の概要

消費者と製造事業者の間に立つ公的な機関としての NITE の存在が重要視されており、NITE ならではの取り組みとしての原因究明業務が評価されている。

製品事故の原因は、製品自体の不具合に起因する事故と消費者の誤使用に起因する事故があるため、これら 2 つの側面からアウトカムを評価することが重要。

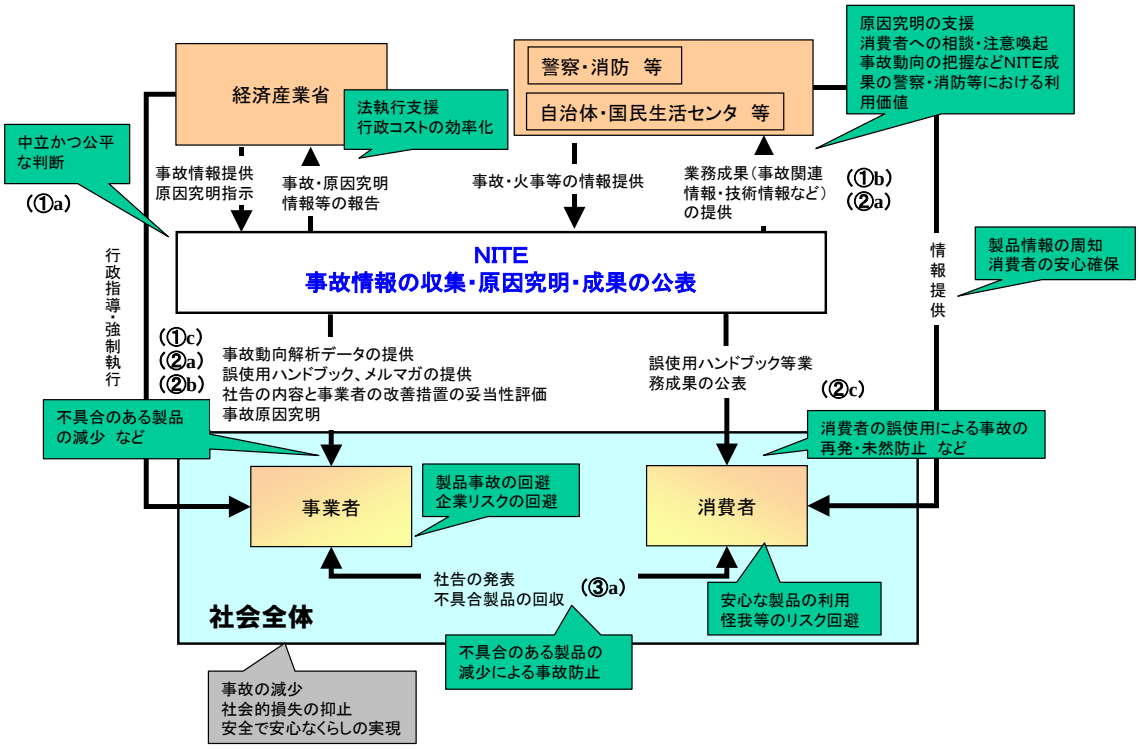


図 3.1-12 製品安全分野におけるアクターベースのロジックモデル

5.4.2.アウトカム指標とデータ

(1)定性的なアウトカム指標(質的分析)

(a) 技術的な基盤の下に、公的な機関として業務を行うという NITE の本来的役割である基盤性を表すアウトカム。

- 事故情報収集、原因究明という NITE ならではの取り組みの意義。
  - 専門的な原因究明を行う機関が他に無いため必要不可欠である。(消防関係者、消費者センター)
  - 製品事故に関する、問合せや相談に気楽に相談できる機関が他に無い。(製造事業者)
- 製品の不具合に起因する事故を防止する効果
  - 製造部門の海外進出が進み、製品の安全性に関する監視も行き届きにくくなってきている。このような流れの中では、製品の安全性に対する行政のチェック機能の強化が必要となるため、NITE 業務の重要性も、今後ますます高まっていくのではないか。(業界団体関係者)
- 公的機関が業務を行う意義
  - NITE の製品安全業務は事業者の製品安全確保に対する公的な監視機関として重要。(大学教授、業界団体関係者)

- ✧ 事故原因究明という立場はメーカーと市民の間に立つ、公共性、中立性が必要。(消費者センター)

(2)数量的なアウトカム指標(効果分析)

(a) 製造時業者・関係機関が製品事故の防止に資する活動に利用されているというアウトカム。

- ➢ NITE 成果の利用度、満足度
  - ✧ 事故情報調査報告書を利用したことがある 71%、うち必要である 94.5%、同じく満足である 36.7%。(事故情報にかかわる NITE 情報の提供先:企業、消防、行政機関等)
  - ✧ 誤使用ハンドブック:認知度 38.8%、うち 65.8%が企業活動に利用(取扱説明書の記載事項の見直し、社内研修会、製品設計の見直し)。(製造時業者)
- ➢ 企業や関係各機関は NITE 成果を積極的に利用している

(b) 消費者の誤使用による事故を防止する効果に関するアウトカム。

- ➢ NITE 成果について消費者の利用度、有用度を評価。
  - ✧ メールマガジン:ヒアリングを実施した 3 団体のうち 2 団体で認知されているが、積極的には利用されていない。(消費者団体)
  - ✧ 誤使用ハンドブック:ヒアリングを実施した 3 団体で認知しているが、積極的には利用されていない。(消費者団体)
- ➢ 対消費者の取り組みについては工夫が必要。(「メルマガは、内容をコンパクトにまとめてもらいたい」などの指摘が消費者団体より得られている。)

(3)定量的なコストベネフィット分析

(a) 製品回収(リコール)による事故の未然防止効果

【概要】

事故被害の未然防止による価値の損失防止としての経済効果として、NITE が関与したリコール対象製品について「もしその製品が回収されなかった場合に生じる被害額」を試算。結果、年間 14.6 億円(H15 年度データ)の被害損失抑止効果があると算出。

【計算式】

経済効果額 ＝Σ (①×②×③×④×⑤ ＋ ①×②×⑥×⑦×⑤)

社告対象製品

火災発生防止額　　人身事故防止額

【収集データ】

① リコール対象製品の出荷台数 (NITE データより収集)
② 社告発表後の製品の回収率 (NITE データ、その他文献等により収集)
③ 想定火災発生率 (NITE データ、各社ヒアリング・各種資料により算定。製品毎に発生率が大きく異なるため本値をパラメータとした。ここでは平均値(0.185%)を用いて算定。)
④ 火災一件あたりの平均損害額(263 万円:消防白書 「出火原因別火災被害額」より)
⑤ NITE の寄与度(社告に到るまでに関与した公的機関(国民生活センター、警察、消防、経済産業省など)の数で按分するものとした。)
⑥ 想定被害(人身事故)発生率 (火災事故による場合は火災発生件数と人身事故件数のデータ(消防白書)から火災発生に伴う人身事故発生率を算定(17.3%)し利用。 火災以外の事故については、ヒューマンエラーによる事故と、機器による事故について言われている「80:20 問題」を参考に人身事故率を火災発生率の 4 倍と想定。火災伴う人身事故発生率 0.03%、火災以外の人身事故発生率 0.74%を使用。被害 1 件当りの損害額(医療費又は死亡保障額から推計:傷害毎にそれを治療するためのプロセスをモデル化し、治療過程での保険点数を算出することにより、医療費を算定した。死亡については損害保険会社のデータから一律 50 百万円とした。)

【考察・課題】

- 極めて保守的な下限値として効果を測定。以下の項目について、本来考慮されるべき観点からの算定額が含まれていない。(1)実際に事故が起きたものだけのデータを利用、(2)損害賠償額が考慮されていない、(3)NITEの寄与率を低めに設定。(4)社告を発表することによる他社やユーザなどへの影響を考慮していない、(5)ユーザの誤使用による事故に関しては勘案していない。
- 製品の不具合に起因する事故を防止する効果に関するアウトカム。リスク評価の視点からベネフィットを算出。
- リコール対象になった製品事故自体による被害額のみで算定。他業者への抑止効果、実被害以外の損害賠償等の経済的損失額は含まれていない(算定困難)。

5.5.標準化分野

5.5.1.アウトカム評価の概要

標準の策定に当たっては、公的機関であり(中立性、公平性をもち)技術的視点、行政的視点を兼ね備えた NITE の重要性が指摘されている。

標準化、人間特性 DB ではアウトカム創出までのタイムラグの存在がうかがえる。また、標準、人間特性 DB を利用していても、企業秘密として内容を公表しない企業があり得、この場合アウトカムを把握することが難しい。

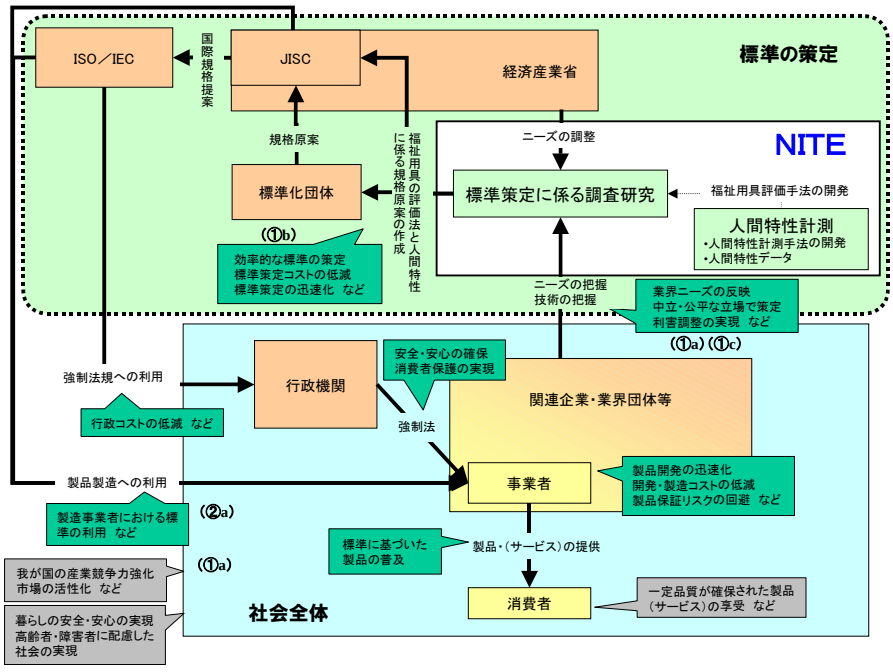


図 3.1-13 製品安全分野におけるアクターベースのロジックモデル

5.5.2.アウトカム指標とデータ

(1)定性的なアウトカム指標(質的分析)

(a) 標準策定自体のアウトカム。

- 産業競争力強化に関わる意義
  - 産業育成及び対外政策のために標準を定める意義は大きい。(a)(製造事業者、大学教授)
- NITE が標準策定に係る事の意義
  - 公平性や透明性を担保するため、公的機関が標準の策定に関与するべき。(b)(製造事業者)
  - 産総研などの研究機関での研究はあくまでも新技術の研究開発である、NITE は定着した技術あるいは開発された技術の利用方法に関する知見を広めるとともに、新しい技術を皆が使えるような技術にするという使命を担っている。(c)(製造事業者)

(b) 製品品質の担保、独自で開発するコストの削減に関連するアウトカム

- 人間特性計測 DB の民間企業や大学・研究機関の有用度
  - 企業での活用状況は月 2～3 回程度、利用目的は製品の設計・開発に係るとするものが多い。(b)(大学研究者、製造事業者)

(2)数量的なアウトカム指標(効果分析)

(a) NITE が策定に関わった標準の普及度

- 標準に基づく製品の製造をしている事業者の割合の推移。H15 年度と H17 年度の比較
  - 手動車いすの JIS(63.6%→76.9%)、
  - 手動車いすの SG 基準(36.4%→53.8%)、
  - 電動車いす(63.6%→100%)、
  - 家庭内リフト(53.8%→75.0%)、
  - 歩行補助車(14.3%→66.7%)
- H15 年度に調査した福祉用具の標準(H13 年以前に策定)について、その利用は徐々に拡大。利用度は着実に浸透。報知音 JIS の普及度も大きく伸びると予想。
- 標準が策定されてから、その利用が広がるまでタイムラグがあることがうかがえる

(b) NITE 活動による人間特性 DB へのアクセス件数

- 人間特性 DB へのアクセスは国際福祉機器展への出典(2003 年 10 月)を契機に 1000 件/月程度から 2000 件以上/月に増加。また、人間特性データベースの公開以降、ホームページへのアクセスは増加。

■6.評価結果の利用に向けて

NITE のユーザや業務に係っている有識者に対してヒアリングやアンケートを実施する事により、現在までの NITE の成果が、社会の中（NITE 成果に関係するステイクホルダや市場）でどのように評価されているかのデータを収集した。ここでは、具体的には、以下の手法により業務運営に欠かせない情報を把握することが可能である。

- NITE 業務に係っているステイクホルダ（ユーザや有識者など）に対してヒアリングやアンケートを実施する事により、アウトカム指標データを収集
- データを収集する過程で、指標データのみならず、NITE 業務の意義や位置付けに係る意見、NITE が係っている分野に関する社会のニーズが把握され、今後 NITE がどのような事業を展開していくべきかについての示唆にとんだ意見を取得
- ステイクホルダ（ユーザ）と接点を持つことで、NITE 成果への評価のみならず、期待や意見、業界動向や市場のニーズといった様々な情報が取得可能

すなわち、本調査を通じて、NITE 成果への評価のみならず、NITE への不満点や期待や意見、NITE が関与している業界動向や市場のニーズといった様々な情報や示唆にとんだ意見が得られた。

言い換えれば、アウトカム調査とは、NITE のユーザと接点を持つことで、自らの業務遂行の結果であるアウトプット（成果）が、顧客（ユーザ）及び社会にとってどのような意義があり、どのような恩恵を与えているかを把握することである。したがって、アウトカムの視点で業務を見直すという意識のもとアウトカム調査を実施し、NITE のユーザと接点を持ち意見聞き、アウトカム調査の結果を意識して業務を行うことで、ユーザニーズや市場動向を意識した業務を実施することになる。その結果、NITE 業務の成果がユーザニーズや市場動向とマッチしたものとなり、ユーザから高く評価される成果を生み出すことにつながる。

NITE 成果を真に価値あるものにする為には、NITE の位置付け（役割）を踏まえたうえで、アウトカム調査結果から得られた現状とユーザニーズのギャップを埋めるため、現在行っている業務と市場やユーザのニーズと結びつけた目標設定や業務改善を行っていくことが重要となる。

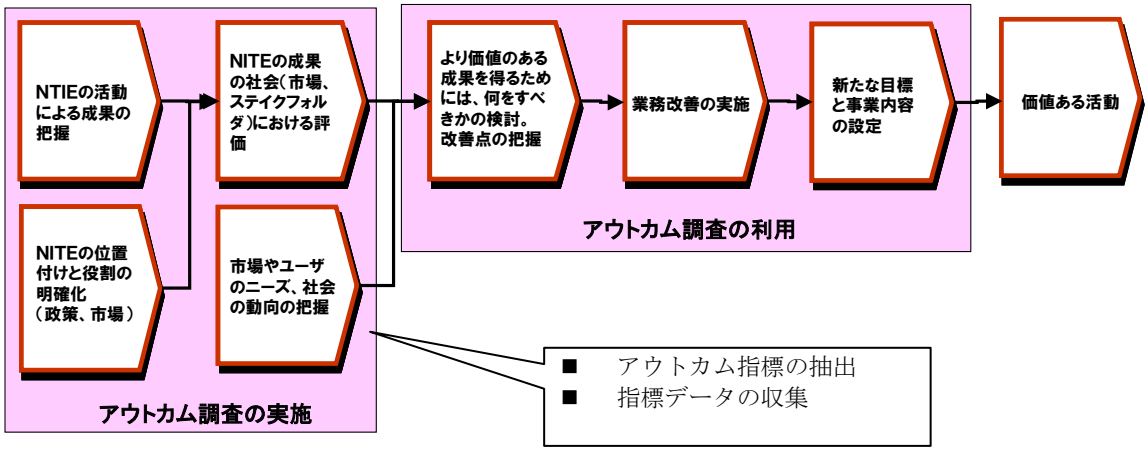


図 3.1-14 NITE アウトカム調査の考え方

■ 7.まとめ

NITE 業務のアウトカムについて定性的アウトカムと定量的アウトカムを適切に組み合わせることで、「必ずしも経済活動に直接的に働きかけるものではないが、経済活動を支える技術的な基盤を担う」という社会的役割を持つ NITE を適正に評価する方法の枠組みについて、代表的な主要業務のかたまりごとのアウトラインとして整理した。

アウトカムを「成果に含まれる価値」であるとした場合、その価値は、①成果を利用するユーザにとって、役立つものであったか、②社会全体に対してなんらかの便益をあたえるものであったか、③成果は NITE の位置付けを踏まえたものであったか、で評価される。したがって、アウトカム評価を行う場合は、NITE の役割（政策や市場の中での位置付け）を明確化した上で、社会の中（NITE 成果に関係するステイクホルダや市場）で、どのように評価されているかを調査し、この結果を踏まえ NITE アウトカム調査の体系化を試みた。

また、このような活動を通じて、NITE のユーザ（ステイクホルダ）と接点を持ち意見を聞きくことで、自ずとユーザニーズや市場動向を意識することとなり、業務遂行においてユーザや市場が求める成果を出すことで、ユーザから高く評価される成果を生み出すことにつながる。

以上より、NITE 成果を真に価値あるものにする為には、NITE の位置付け（役割）を踏まえたうえで、アウトカム調査結果から得られた現状とユーザニーズのギャップを埋めるため、現在行っている業務と市場やユーザのニーズと結びつけた目標設定や業務改善を行っていくことが重要となる。これらをまとめると、「評価される成果（価値ある成果）をだすためには、アウトカムを意識した業務運営が必要です。」 という結論を得る。

■ 参考資料

- 「科学技術政策目標の体系化」社団法人日本工学アカデミー 1999.5
- 『「政策評価」の理論と技法』 龍慶 昭、佐々木 亮、多賀出版 2000.9
- 『プログラム評価の理論と方法』 ピータ H ロッシ他著、大島巌他訳 日本評論社 2005.10
- 「わが国の公共部門における研究開発評価の課題」平沢泠
- 「H15 年度アウトカム評価に関する調査」（独立行政法人製品評価技術基盤機構）2004.5
- 「H16年度アウトカム評価に関する調査」（独立行政法人製品評価技術基盤機構）2005.3
- 「H17 年度アウトカム評価に関する調査」（独立行政法人製品評価技術基盤機構）2006.2

1. 調査研究の詳細

1.3. 適用事例の紹介

1.3.2. 大学の組織改革に係るアウトカム分析−北海道大学を事例にして−

北海道大学創成科学研究機構研究企画室
教授　高橋　浩

■ 1.事例の概要

北海道大学（以下、「北大」）は、21 世紀の大学のあるべき姿を先駆的・実験的に実施していく機関として、平成 14 年度に創成科学共同研究機構（設立時の名称は創成科学研究機構）を設立し、部局横断型の研究組織として大学内の組織改革・システム改革を実施してきた。

平成 15 年度には、北大は更なる組織改革・システム改革を行うべく、創成科学共同研究機構（以下、「創成」）が、文部科学省 科学技術振興調整費 戦略的研究拠点育成プログラム（以下、「振興調整費」）に「北大リサーチ＆ビジネスパーク構想」の名称で、「知の創造」と「知の活用」を同一プラットフォーム化し、一貫責任体制の下で創造された「知」を社会へ還元するシステム及び組織のあり方を提案し、採択され、中間評価を受け、平成 20 年 3 月のゴールを目指し、検討を進めている。

本事例研究では、創成における振興調整費によるシステム改革、組織改革を中心に、評価対象の目的、目的実現のためのアプローチ法等を紹介し、当該事例でいう実績とは何かを特定し、それらを測定する際の困難性に言及し、具体的にどこまで進んだか、このアプローチの方法論上の課題は何か、改善のためにはどのような工夫をしたら良いのかについて、言及する。

1.1.振興調整費以前の北大におけるシステム改革、組織改革

従来の大学における教育、研究、マネジメントの問題点は、以下の通りと考えた。

(1) 旧来の学問の踏襲（学問融合に乏しい）
(2) 地域・社会との連携が希薄
(3) ボトムアップによるゆっくりした意志決定
(4) 組織としての戦略欠如

これらの問題点を解決していくには、全学をあげての組織改革、システム改革が必要であるが、全学を挙げての意志決定が難しいのも、日本の大学が抱える問題点である。

そこで北大は、上記の問題点を解決する事を目的に、部局横断型の組織であり、かつ先駆的・実験的な取り組みを可能とする組織を作り、そこでなされたシステム改革、組織改革の成果を、全学に波及させて行く組織として、創成を設立した。

上記 4 つの問題点のうち、(2)項の地域社会との連携が希薄を除く 3 点の問題点に対し、創成でなされるシステム改革、組織改革の主たるポイントは、以下の通りである。

(1) 旧来の学問の踏襲（学問融合に乏しい）
- 世界レベルの研究者のネットワークを活用した複合・融合領域の研究推進（特定研究部門）
- 助教授、助手等の若手に裁量権を与えて、複合・融合領域研究を推進（流動研究部門）

(3) ボトムアップによるゆっくりした意志決定
- 機構長によるトップダウンマネージメント制の採用

・ トップダウンマネージメントを支えるスタッフ組織として、研究企画室を設置

(4)組織としての戦略欠如

・ 研究戦略立案の為の調査・企画部門として、研究企画室を設置
・ 民間から、研究マネジメント関連人材の採用

1.2.振興調整費に基づくシステム改革、組織改革

ここで、振興調整費の目的、対象分野、対象機関・組織等について、平成 15 年度版の公募要領から引用する。
その目的は、「優れた成果を生み出し、新しい時代を拓く研究開発システムを実現するため、組織の長の優れた構想とリーダーシップにより、研究開発機関の組織改革を進め、国際的に魅力のある卓越した研究拠点の創出を図る。」である。
また対象分野は、「自然科学全般並びに自然科学と人文・社会との融合領域を対象とする。」である。

国際的に魅力のある卓越した研究拠点を創出するには、振興調整費以前の北大におけるシステム改革、組織改革にプラスして、更に下記のシステム改革、組織改革が必要との考えに達した。

(1)研究マネジメントの強化の為の新システム、新組織
(2)新たな複合・融合分野を生み出す為の新システム、新組織
(3)創造された「知」を地域、社会へ還元する為の新システム、新組織
(4)研究者が効率良く研究を取り進める為のサポート体制

(1)～(4)の課題に対し、創成が提案し、実行しているシステム改革、組織改革は、以下の通りである。

(1)研究マネジメントの強化

・ トップダウンマネージメントへの監査機能を有するアドバイザリー・ボードの設置
・ 研究評価委員会の設置

(2)新たな複合・融合分野を生み出す為の仕組み

・目的達成型プロジェクト、戦略重点プロジェクトの設置

(3)創造された「知」を地域、社会へ還元する為の仕組み

・ 創造された知を戦略的な知的財産権確保に結びつける戦略スタッフ部門の設置
・ 戦略スタッフ部門によるビジネスモデル、パテントマップ設定機能

(4)研究者が効率良く研究を取り進める為のサポート体制

・ 研究者を支援する研究支援部の設置
・ 学内外の研究者が分析機器、解析機器を使いやすくするためのオープンファイシリティ制度

■ 2.実績把握の困難性の所在

大学の果たすべき役割から、システム改革、組織改革により期待される実績は、以下の通りと考える。

(1)教育への波及
(2)研究への波及
(3)地域・社会への貢献

次に創成でなされたシステム改革、組織改革が北大全体の改革へ期待される実績は、以下の通りである。

(4)システム改革の全学への波及
(5)組織改革の全学への波及

またこれらの組織改革、システム改革の為に投入された資金が、どれだけの価値を生むかについても期待される実績の一つである。

(6)研究成果による新事業、新産業の創出

これらの実績把握についての困難性は、

・時間的制約

・切り分けの難しさ

・定量的把握の困難さ

等が挙げられる。

■ 3.アプローチの具体的な適用

創成が設立されたのが、平成 14 年度であり、実質的に 3 年半の取り組みがなされてきた。また振興調整費のプログラムがスタートしたのが、平成 15 年度であり、2 年半が経過した。
この間なされてきたアプローチについて、具体的な取り組みを紹介する。

3.1.研究マネジメントの強化

(1)機構長によるトップダウンマネージメント制の採用

創成では、教授会を持たず、人事、予算等の機構における重要案件は、学内の部局長から選任された運営会議の委員が審議し、決定しているが、上記の案件以外はトップダウンマネージメントシステムを採用し、地域社会との連携やレスポンス等で迅速な意志決定を可能としている。

(2)トップダウンマネージメントを支えるスタッフ組織として、研究企画室を設置

トップダウンマネージメントがきちんと機能するには、トップダウンマネージメントを支えるスタッフ組織が必要で、創成では研究企画室(現在は研究企画部)が設置されている。

研究企画部は、機構長からの指示を受け、指示の具現化の為の諸施策を起案、その実行の為に学内の諸機関と連絡調整等を行うスタッフ機関である。

(3)トップダウンマネージメントへの監査機能を有するアドバイザリー・ボードの設置

トップダウンマネージメントは、組織の長の優れた構想とリーダーシップが発揮でき、従来のボトムアップ型の意志決定の問題とされてきた決定、実行までに時間がかかりすぎる点の是正には、有効なシステムである。

しかしながら、トップダウンは、トップの性格、資質、補佐役の力量、運用のされ方等に問題が有る場合、ワンマンなマネジメントとなり、長期的にはかえって弊害を起こす事もある。

そこで、創成では「アドバイザリー・ボード」制を採用し、ボードメンバー全員を学外から選任し、ボードメンバーが企業、アカデミア等の分野における研究マネジメントに精通した立場から、監査、アドバイス等を行う仕組みを採用し、ワンマン体制となりにくいシステムを採用している。

(4)研究戦略立案の為の調査・企画部門として、研究企画部を設置

研究企画部は、組織としての戦略立案や創成が今後目指すべき研究分野設定等の研究企画業務を行っている。

創成で先駆的・実験的になされてきたこの研究企画部的な組織の必要性、有用性は、学内でも認められ、一部の部局では、研究企画部のシステム、組織が採用され始めた。

以上(1)から(4)項までのシステム改革、組織改革に基づく創成の組織図を図 3.2-1 に示す。

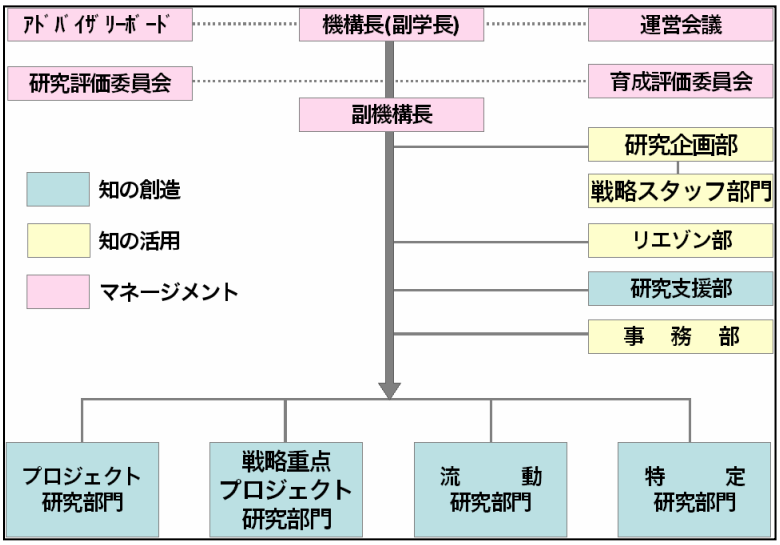


図 3.2-1 創成科学共同研究機構の組織図

(5)学外から、研究マネジメント関連人材の採用

従来、大学では研究マネジメントする組織も、人材も、人材を育成する機能も無かった。研究マネジメント関連の機能としては、調査、戦略立案、研究企画、関連部門間の調整、契約・法務、知的財産、技術移転、研究成果のデータバース化とその発信、広報等が必要である。

これらの人材を確保するため、民間企業、独立行政法人、特許事務所等の学外から、上記の機能人材を採用し、研究企画室、後述する戦略スタッフに配置している。

3.2.新たな複合・融合分野を生み出す為の仕組み

従来の大学における「知」の創造のシステムは、教員個人の発送、創意・工夫、好奇心等をベースにスタートしたものであり、その研究成果は、個人の能力と責任に基づく。

また研究システムは、教授をトップとする縦型構造であり、若手が研究に対する裁量権を持ち、個人の能力と責任で研究を実施するには困難な面もある。

チーム研究、グループ研究もなされてきたが、これも教員個人のつながりで実施されるケースが多かった。

そこで、創成は複合・融合領域を設定し、研究を推進させるシステム及び組織として、以下に述べる特定研究部門、流動研究部門、戦略重点プロジェクトを採用している。

(1)特定研究部門

特定研究部門とは、3 年から 7 年の任期付きで招聘した国際的権威の研究者がプロデューサーとなり、学内異分野間の複合・融合領域研究を推進する組織、システムで、現在ナノテクノロジー・材料系、生命系の 2 領域で、理学研究科、医学研究科、歯学研究科、工学研究科、獣医学研究科、水産科学研究院、情報科学研究科、電子科学研究所、触媒化学研究センターと連携し、研究を推進している。

(2)(流動研究部門)

流動研究部門とは、学内公募で選ばれた助教授、助手クラスの若手研究者を任期付きで採用し、専用の研究室と資金を用意して、若手が与えられた裁量権の下、複合・融合領域で新たな研究の創成と推進を図る組織、システムである。

採用された研究者は、2 年ごとに評価を受け、研究の継続可否、今後の研究の方向性等のアドバイスを受ける。

(3)目的達成型プロジェクト、戦略重点プロジェクトの設置

戦略重点プロジェクトとは、北大として最初に取り組んだ「目的達成型プロジェクト」である。

戦略重点プロジェクトは、研究企画主導のプロジェクト研究である。

このプロジェクトは、

- 国の科学技術基本計画における重点 4 分野
- 北海道の地域性
- 北海道大学の得意分野
- 複合・融合分野

の 4 つの視点をもとに、4 つのプロジェクトを組織した。

4 つのプロジェクトの名称は以下の通りである。

(1) 人獣共通感染症の診断・治療法の開発

(2) 移植医療・組織工学

(3) 食の安全・安定供給

(4) 環境・科学技術政策

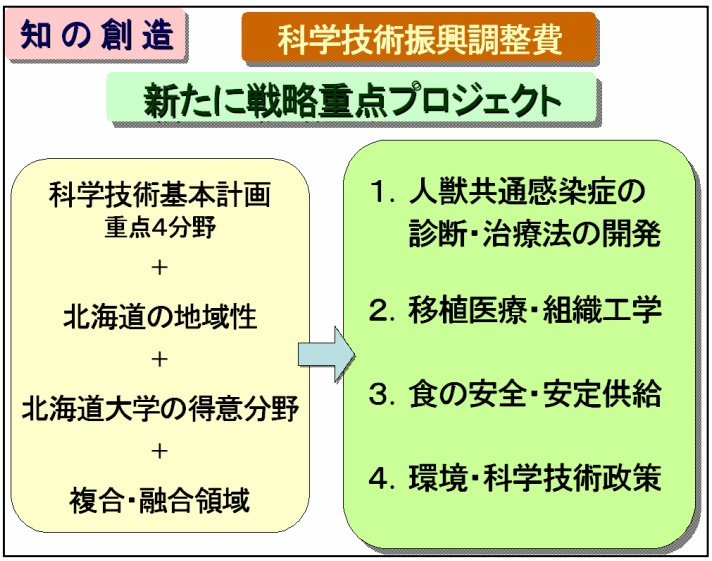


図 3.2-2 戦略重点プロジェクト選定の考え方とテーマ

これらのプロジェクトでは、北大の得意分野の関連教員を研究マネジメント担当として、マネジメント委員会に参加してもらい、プロジェクト終了時に達成すべき目標、その目標達成に必要な人材確保、研究の進捗管理等を行っている。

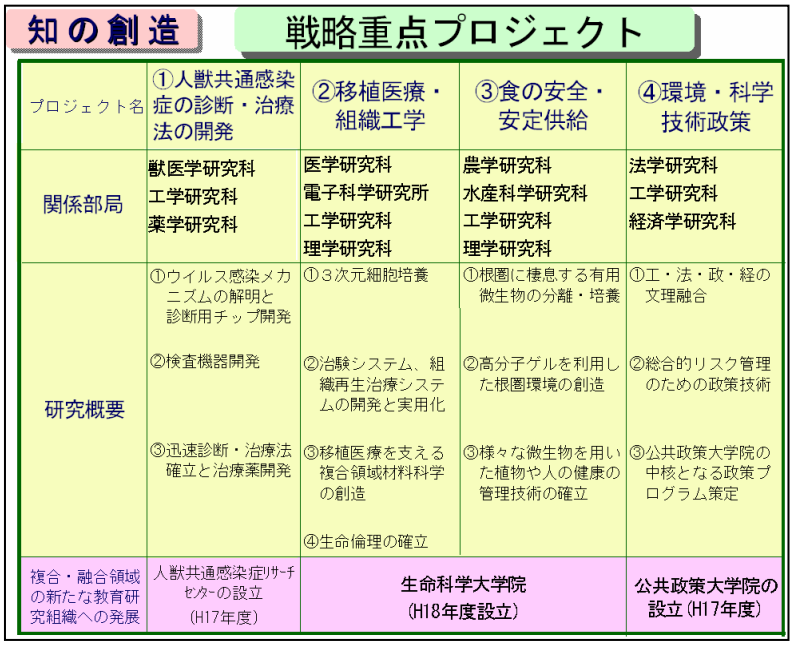


図 3.2-3 戦略重点プロジェクトの概要

これらのプロジェクト研究では、その研究成果が、知的財産としての実績に結び付き、研究に投下された資金が、どれだけの価値を生じたかの定量的な把握が可能となるのも、大きな実績として期待される。

このプロジェクトでは、研究を通して産まれた新しい学問領域、カリキュラム、シラバス等も重要な実績と言えるし、これらの成果を新しい組織改革に結びつけるのも、また期待される実績である。

3.3.創造された「知」を地域、社会へ還元する為の仕組み

国立大学法人化前の国立大学においては、知的財産権を組織として確保していくという視点に乏しく、国費を投入して創造された「知」が社会に還元していくシステム及び組織が無かった。

したがって折角創造された「知」が、単発の知的財産権（この場合は主に特許）となりやすい傾向があった。

また、創造された「知」を受け入れるべき地域、社会側も、単発の特許では、その知的財産を利用するとどのような価値が生まれてくるか見えない為、利用されなかった事例が殆どであった。

創成では、その特許の価値判断、社会への拡がり等が出来る機能、システム及び組織が欠落しているとの認識に基づき、価値判断、社会への展開を可能とするシステムとして、ビジネスモデル、パテントマップ設定機能と知的財産権の戦略的確保機能を、またこれらの機能を実行する組織として戦略スタッフ部門を設置した。

(1)ビジネスモデル、パテントマップ設定機能と知的財産権の戦略的確保

ビジネスモデルという言葉には、ビジネスモデル特許等の使い方があるが、この項で言うビジネスモデルとは、基本的な発明をベースにどんなビジネスが可能かを考え、そのビジネスをジャンルごとに整理したものと定義した。

例えば、人獣共通感染症の診断・治療法の開発プロジェクトを例にとると、根幹をなすナノテクノロジーをベースとした超微量検出法をベースにインフルエンザの診断キットを開発し、これをインフルエンザの診断、特定インフルエンザへ向けてのワクチン開発のスキームを検討していくうちに、関連機器としてセンサー素子、測定機器、測定結果の情報発信としての通信機器、また用途としても疾病診断領域では、生理活性物質や生化学検査法等の分野に拡がり、食の安全・安心や、環境・治安と対象ジャンルが拡がり、ビジネス分野の拡大が期待される。

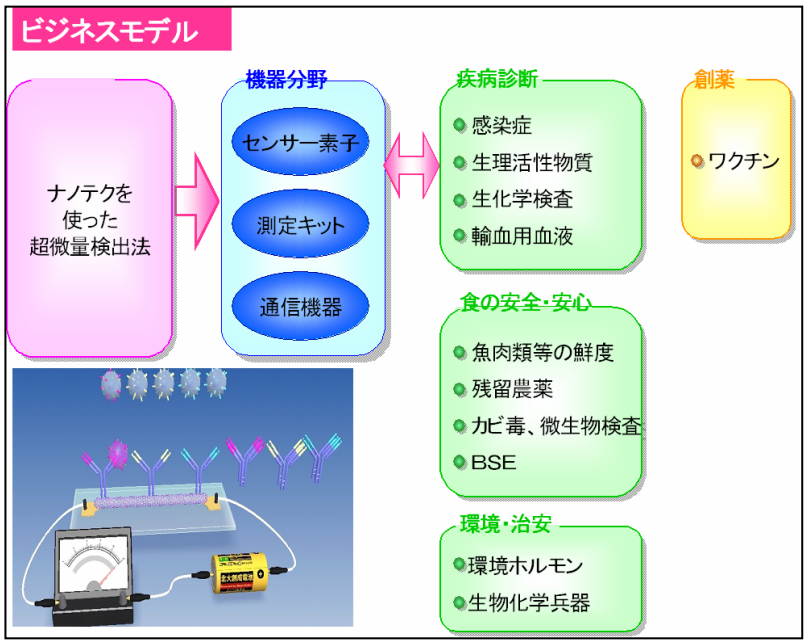


図 3.2-4 ビジネスモデルの例

パテントマップの例では、移植医療・組織工学の例をとると、その技術の根幹をなすハニカム膜に関連し、組成物、製造法、加工法、用途について先願の事例を調査し、先行の特許の回避、どういう分野を重点に研究すれば良いか、どの企業と組むとお互いに win-win になるかをマップとして把握できるようにしたものである。

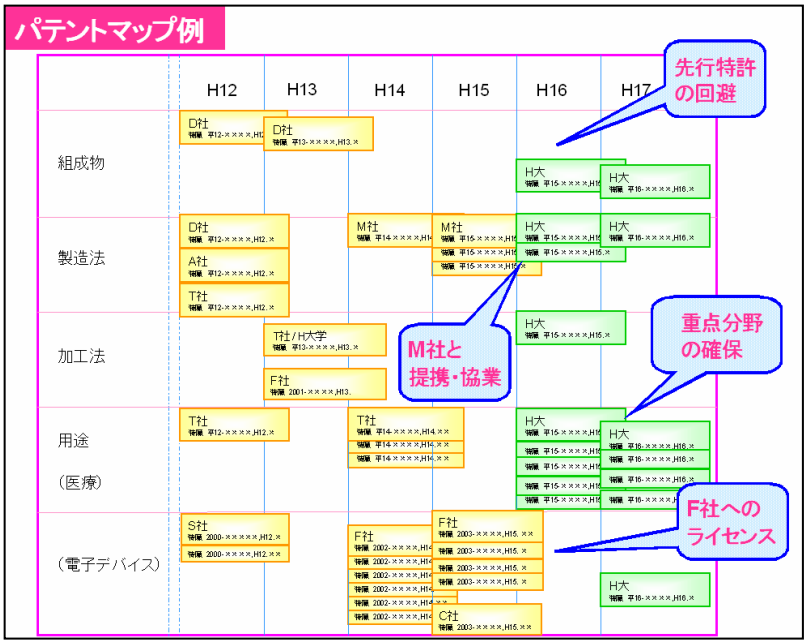


図 3.2-5 パテントマップの例

そのシステム化の一例が創造された「知」のビジネスモデル策定→パテントマップ構築→戦略的な知的財産権確保であり、この確保された知的財産権をパッケージ化し、アウトカムとしてどの位の価値を生み出し、社会に還元されていくか、可能な限り定量的に確保していこうという取り組みを行っている。

これらの戦略的に確保された知的財産権のパッケージは、現在その用途に関心を持つ企業に提示され、企業側からフィージビリティ・スタディーへの申し入れ（情報開示の金額を含む）や共同開発研究の申し入れがなされており、研究の成果が北大へ資金として還流されようとしている。

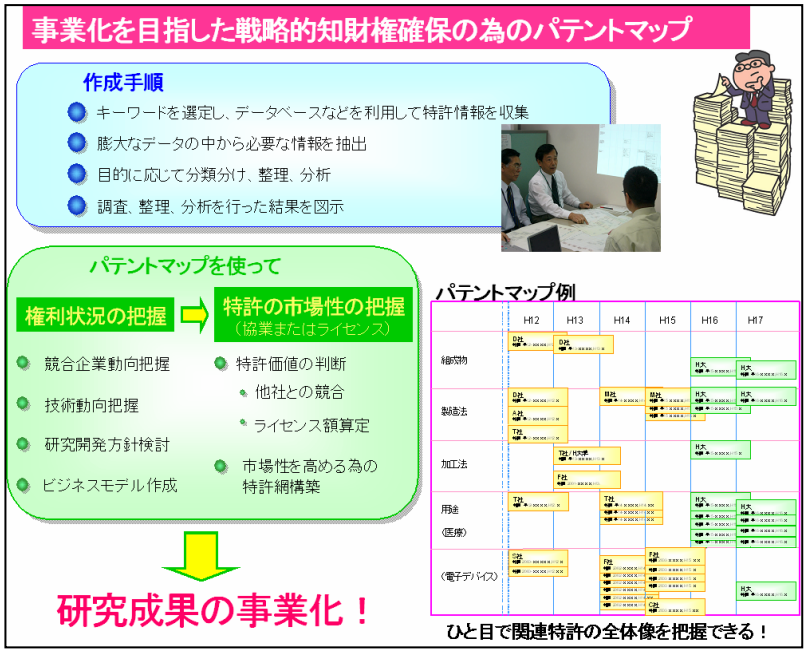


図 3.2-6 パテントマップを用いた戦略的知財権確保

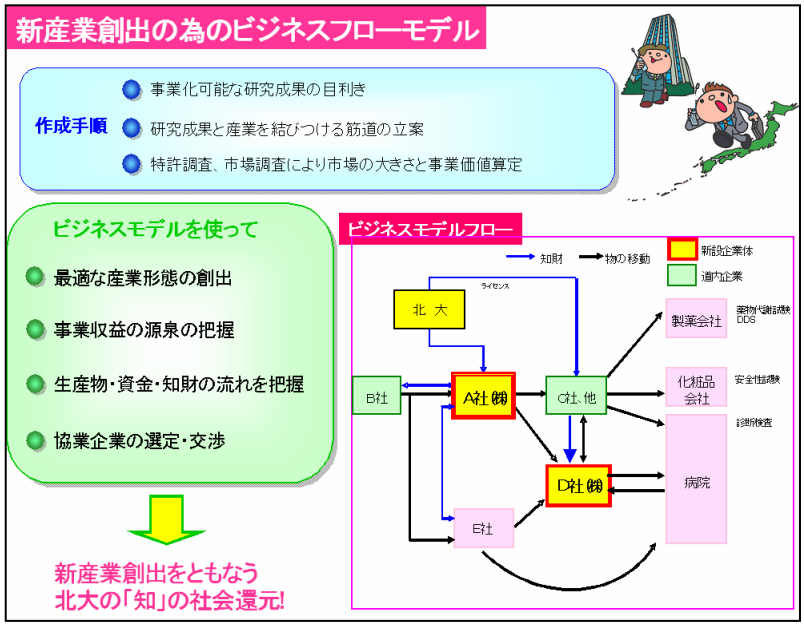


図 3.2-7 ビジネスフローモデル

(2)戦略スタッフ部門

戦略スタッフ部門は、上記のビジネスモデル、パテントマップ設定機能と知的財産権の戦略的確保機能を人材を中心に、研究成果を地域・社会へ発信、還元していくための機能、例えば契約・法務、データベース化等の機能を有する専門家集団である。

この戦略スタッフは現在 5 名で、分野的には有機・ポリマー材料、金属材料、IT・エレクトロニクスをカバーし、キャリア的には、研究開発から事業化までの経験や、技術移転までのエキスパートをそろえており、弁理士の資格を有する人材もいる。

3.4.研究者が効率良く研究を取り進める為のサポート体制

(1)オープンファシリティ

オープンファシリティは、北キャンパスに所在する創成、触媒化学研究センター、電子科学研究所付属ナノテクノロジー研究センターの 3 機関が所有する高度な研究機器を共有化し、共同で利用できるようにした組織、システムである。

ここでは、複数の研究室が同じ種類の高価な機器を購入する無駄が排除されるとともに、機器の効率的な利用が可能となり、北大の教職員、学生、研究員及び北大の教職員等と共同研究などの研究協力関係にある学外の研究者も利用可能となる実績が上げられている。

(2)研究者を支援する研究支援部の設置

創成では、オープンファシリティに設置された創成が管理する研究機器を、学内外の研究者に安心、安全、便利に利用してもらうシステム、組織として、研究支援部を設置した。

研究支援部には、技術支援スタッフが配置され、安心して利用するための安全マニュアル設定、安全に利用するための利用資格認定制度や技術指導、便利に利用するための装置予約管理システムや課金・維持・管理制度等が整えられている。

技術支援スタッフは、任期付きで雇用され、キャリアプログラムに基づき、その機能のブラッシュアップが図られる。

研究支援部は、研究者が研究に専念出来る環境を整備し、独創的な研究を支える実績が期待される。

3.5.実績の定量的評価への具体的取り組み

実績を評価する場合、その実績を生み出すのに、どれだけのインプット(資金面)がなされ、その実績がどれだけの価値を生み出したかを定量的に把握出来る事が好ましい。

創成では、実績の定量的把握のモデルとして戦略重点プロジェクト(環境・科学技術政策を除く)を選んだ。その理由は、以下の通りである。

- このプロジェクトが時限付き(4 年半)であり、その期間での成果が明確であること。
- このプロジェクトに投入された人員、資金が定量的に把握できること。
- このプロジェクトの成果である知的財産権が限定できること。
- このプロジェクトの知的財産権に対し、企業等からフィージビリティ・スタディー、ライセンス等で還元される資金が明確に把握できること。
- このプロジェクト終了後、利用関係が生じる知的財産権に対しても、北大としての寄与分が把握できること。

これらの戦略重点プロジェクトでは、ビジネスモデルが作成され、パテントマップに基づく知的財産権の戦略的確保がなされ、フィージビリティ・スタディー、共同研究、ライセンス等により、投入された資金が生む価値の定量的把握にトライしている。

■ 4.インプリケーション

本事例研究では、北大における全学の組織改革、システム改革の先駆的、実験的な組織である創成について、北大独自の取り組み及び振興調整費の採択による取り組みを紹介し、評価対象の目的、目的実現のためのアプローチ方法、アプローチの具体例とどこまで進んだかについて言及した。

本事例の実績把握の困難さは、以下の 3 点と考える。

(1) 本システム改革、組織改革が現在進行系であり、ゴールに向けての実行途上である事による時間的制約、

(2) 最終の目的が教育及び研究における全学的な波及を狙ったものであり、完成された時に本事例の寄与分算定時の切り分けの難しさ、

(3) 地域・社会への貢献を目指したものであり、研究成果による新事業、新産業の創出を目的としており、現時点での時間的制約、実績における寄与分切り分けの難しさ、投入された資金に対し、どれだけの価値を生んだか、また生もうとしているのかの定量的把握

実績把握の困難さの改善のうち、投入された資金に対し、どれだけの価値を生んだか、また生もうとしているのかの定量的把握は、創造された「知」を地域、社会へ還元する仕組みで述べたジネスモデル策定→パテントマップ構築→戦略的な知的財産権確保であり、この確保された知的財産権をパッケージ化し、アウトカムとしてどの位の価値を生み出し、社会に還元されていくかとのアプローチ法を取っている。

このアプローチ法で実行上の問題点、更に詰めるべき課題等を明らかにしていきたい。

また本事例は、北大という閉じた空間の中で、起案し、実行し、実績把握等を行ってきたが、今後は可能なら外部機関と共同で、アプローチ法の課題の改善、実績の把握等を実施していきたい。

1. 調査研究の詳細

1.3. 適用事例の紹介

1.3.3. 企業活動のマネジメントに係るアウトカム分析

成城大学社会イノベーション学部
助教授 加藤 敦宣

■ 1.はじめに

アウトカム分析においては、既にビブリオメトリクスやパテントメトリクスといった手法が確立されている。しかし、研究開発活動の主体の 1 つである企業を対象とし、そのアウトカムを分析する手法については一定の名称がない。そこで本稿では企業経営における研究開発成果を、経営学および会計学から分析する手法をマネジメント・メトリクスと定義付け、新たにアウトカム分析を試みるものである[1]。

2 章から 7 章までの前半では、マネジメント・メトリクスに係わる手法について、その概要を考察する。後半の 8 章から 15 章では実際に複数の産業を抽出し、その研究開発の活動特性を踏まえたアウトカム分析を試みる。そして、16 章ではそのまとめとして、マネジメント・メトリクスの体系化を行うこととする。

■ 2.ABC（Activity-Based Costing）

消費者需要の多様化は、製品ライフ・サイクルの短縮化を生み出す一方で、製造者にフレキシブルな生産システム、すなわちモジュールによる多品種少量生産を促進させた[2]。これに伴い生産ロットは小口化し、コスト構造の異なる複数の製品群を生み出した。この製品ラインの多様化は、否応なく間接費の増大をも招く[3]。しかも、間接費は必ずしも生産量には比例しないため、定量的なコスト配分を行う管理会計では、個々の製造コストの把握を一層難しいものとさせた。

さらに、競合企業が短いサイクルで新製品を次々に市場投入していく状況下では、正確なコスト管理と製品ごとの収益性の把握が、持続的な競争優位性を得る上で必要不可欠である。生産システムが高度するに応じて、実態をより正確に反映する管理会計システムが必要とされてきた。ABC（Activity-Based Costing：活動基準原価計算）は、このような企業ニーズに応える新しい管理会計手法である。クーパー&キャプランにより、1980 年末頃から研究、展開されたものである[4]。

ABC ではすべての活動プロセスを、アクティビティ・レベルへ総分解する。このとき費用の源泉となる個々の活動をコスト・ドライバーと定義し、その費用対効果を明らかにしていく。ここで言うアクティビティは、

①ユニット・レベル・アクティビティ（製品の最小生産単位となるアクティビティ）、
②バッチ・レベル・アクティビティ（バッチ生産に必要なアクティビティ）、
③製品維持アクティビティ（一定製品の製造をサポートするアクティビティ）、
④設備維持アクティビティ（すべての製造を維持するアクティビティ）

の 4 つから構成されている（図 3.3-1）。

[1] 「マネジメント・メトリクス」という言葉は，本研究プロジェクトの研究代表者である平澤冷先生よりご教示頂いた造語である。
[2] 青木・安藤[2002]
[3] 櫻井[1998]p9-p34
[4] Cooper & Kaplan[1988, 1991]

最小生産単位からのコスト管理を行うため、多品種少量生産を行う工場などでは、より正確な原価計算が可能となる。コンピュータの処理能力の飛躍的な向上と相まって、生産現場では管理の精緻化が進んでいる。経営管理上の必要性と実用性が極めて高く、エレクトロニクス関連企業などにおいて、このような ABC の手法が応用されている。

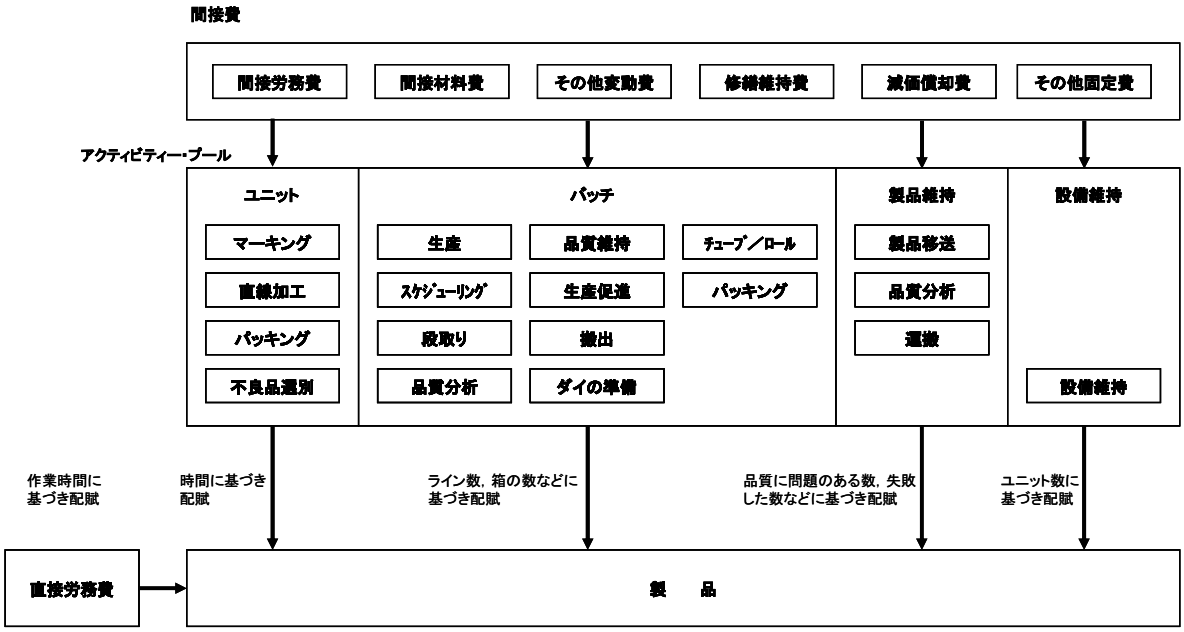


図 3.3-1 AMD 社における ABC の事例[5]

■ 3.バランスト・スコアカード（BSC）

バランスト・スコアカードとは、キャプラン&ノートンによって開発された業績評価手法である[6]。財務的評価指標と非財務的評価指標を組み合わせたところに、バランスト・スコアカードの特色がある。財務的指標は既に体系化されており、優れた分析手法が存在している。だが、これらは企業価値を生み出すもの全てを記述するものではない。研究開発活動で製品を生み出す知識やテクノロジーといった知的資産は[7]、将来的な企業価値を生み出す源泉そのものであるが、これらが資産としてバランスシートに乗ることはない。特許やのれんなどの例外を除くならば、知的資産の多くは客観的に把握もしくは評価することは難しく、資産としての実現性にも極めて乏しいためである。これに工夫を凝らし、財務評価の中に組み込むのが、バランスト・スコアカードのポイントである。

バランスト・スコアカードでは、ABC と同様に経営上の活動プロセスを総分解していく。ABC が費用の源泉に着目していたのに対し、バランスト・スコアカードは収益の源泉に着目している。同じ研究者たちに開発された手法であるので、両者の手法の関係性というのは、表裏の関係にあると捉えると分かり易い。このとき将来的に価値を生み出す活動をバリュー・ドライバーと定義し、それらが生み出す有形、無形の資産の相互関係を直接的に、もしくは間接的に明らかにしていくものである。

キャプランの言葉にもあるように、これはコア・コンピタンスの具体的な解明である[8]。従来、米国の企業経営ではこのような部分が評価されにくく、それゆえに十分な再投資が行われないなどして、研究開発力を低迷させる遠因を招いたとされる。この見えざる資産による価値創造プロセスを会計的に顕在化させることに、バランスト・スコアカードのマネジメント・ツールとしてのポイントが求められる。

---

[5] Cooper et al[1992]p53
[6] Kaplan & Norton[1992]
[7] 知的資産の定義としては，我が国では「事後的に利益として実現することが期待されるものの，いまだ財務諸表上の利益に反映されているとは限らず，またストックとしては現れないが企業が価値の源泉として持っているものであり，将来的に経済的便益を生むが有形資産ではなくて無形であり，何らかの形で知的な活動が介在して生まれて」くるものとされる（産業構造審議会新成長政策部会経営・知的資産小委員会[2005]p2）。なお，米国ではこのような資産を無形固定資産（intangible asetts）と区別するために，インタンジブルズ（intangibles）と呼び慣わすことが多い。
[8] Kaplan & Norton[1996b]p64-p65

バランスト・スコアカードのフレームワークでは、「財務」、「顧客」、「社内ビジネス・プロセス」、「学習と成長」の 4 つの視点から分析がされている（図 3.3-1）。そこからさらに細分化されたプロセスにおいて、目標と評価指標が設定されていく仕組みとなっている。研究開発活動という観点においては、

- 新製品売上高比率
- 主力製品売上高比率
- 生産プロセス能力
- 次世代製品開発所要時間

といったものが評価指標として設定されている。経営ビジョン、経営戦略から個別業務までの一貫性が、管理会計をバックボーンとして調整されるように図られている点が特徴である。

このためバランスト・スコアカードは、管理会計ツールというよりも、むしろ経営戦略ツールに近い[9]。それもいわゆるベストプラクティスを提示する規範的な管理ツールとは異なるため、企業が自社の経営戦略に応じてアレンジできるマネジメント上の自由度が存在している。このため企業内部的に高い実用性と有効性を兼ね備えている。

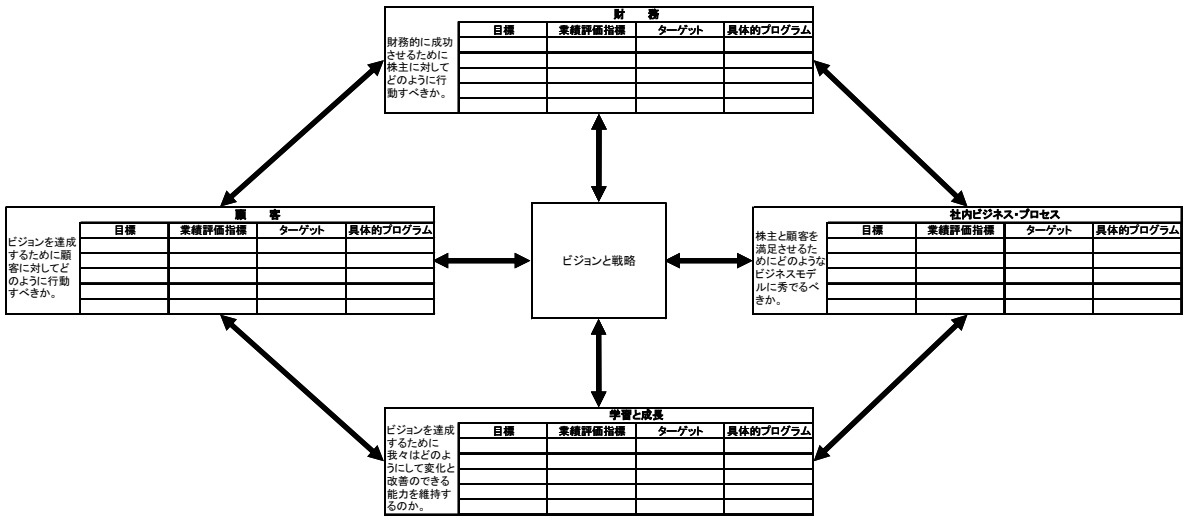


図 3.3-2　バランスト・スコアカードのフレームワーク[10]

■ 4.インテレクチュアル・キャピタル（知的資本）

一方、企業が独自開発した非財務的な業績評価システムとしては、インテレクチュアル・キャピタル（知的資本、IC）が挙げられる。これはスウェーデンの金融保険会社であるスカンディア社が開発したものである。同社は 1995 年のアニュアル・レポートの発表時に、「Visualizing Intellectual Capital in Skandia」と題して、世界初の知的資産報告書（IC レポート）を発表した[11]。

これは企業内部に蓄積されている潜在的な価値、例えば、組織や人材に付随する知識やスキル、ノウハウ、新製品開発に取り組む力、情報投資や教育訓練費などを、企業価値へ反映させるのが狙いであった[12]。会計上の企業価値（簿価）と実際の企業価値（時価）の差分をどのように説明するかは、これまで多くの実務家や研究者の関心事であった。この問題に

[9] Kaplan & Norton[1996a]
[10] Kaplan & Norton[1996b]p76
[11] Skandia[1994]
[12] 産業構造審議会新成長政策部会経営・知的資産小委員会[2005]によれば，「米国では財務的数値を重視するディスクロージャーの流れがあり，ヨーロッパには経営責任を定性的に説明するレポーティングの流れがある」とされる（p4）。この分類に従うとすれば，ABC や BSC は前者のグループに該当し，IC レポートは後者の流れを汲むと位置付けることが可能である。

企業として正面から対処しようとしたのが、このスカンディア社の取り組みであった[13]。このため企業のみならず政府機関などからも注目を集め、その後の IC レポートの動向に影響を及ぼした。

スカンディア社の考える市場価値とは、従来の財務資本と独自の知的資本の 2 つに大別される。知的資本はさらに人的資本、組織資本、顧客資本の 3 つの資本から成り立っており、そして、これら 3 つの資本は各々3 つの小さなカテゴリ、すなわち人的資本（基本価値、関係価値、潜在価値）、組織資本（プロセス資本、企業文化、革新資本）、顧客資本（顧客基盤、顧客との関係性、顧客の潜在能力）へと分解していく（図 3.3-3）。

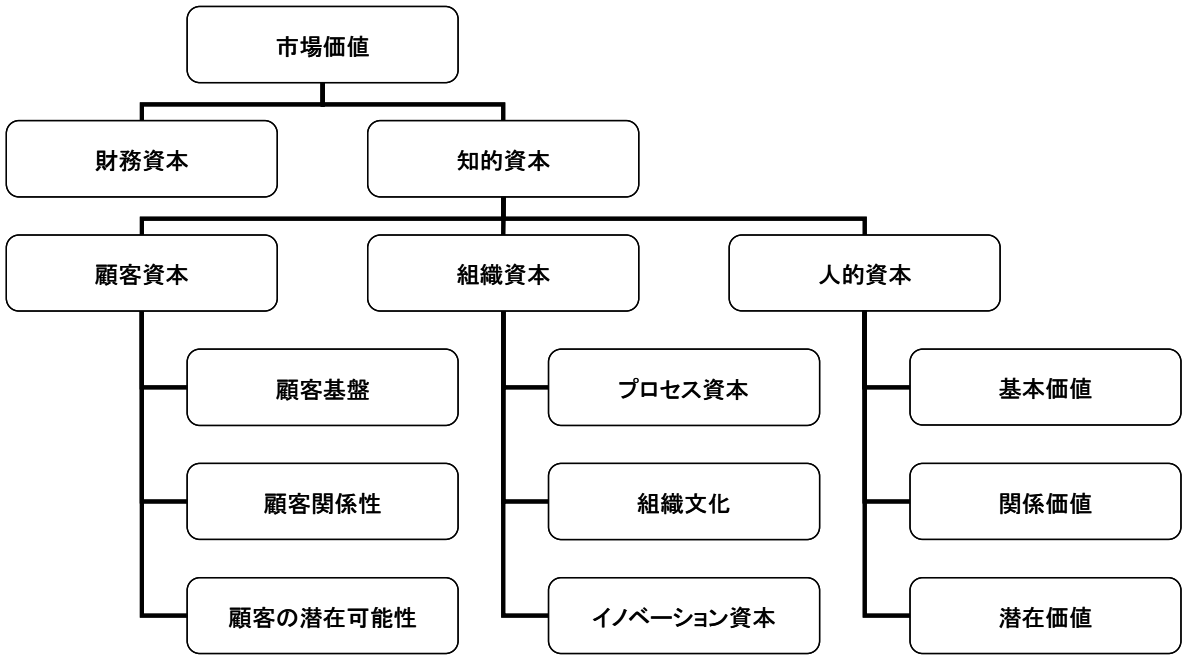


図 3.3-3 スカディア社の知的資本[14]

これら分解された各カテゴリに応じて、定量化された変数がそれぞれ複数設定されており、それにより当該カテゴリを多面的に評価する仕組みになっている。研究開発活動に関係の深いカテゴリは、組織資本の下位にあるイノベーション資本と分類されるカテゴリである。このカテゴリでは評価指標として、以下のようなものが挙げられている[15]。

- 能力開発費／従業員数
- 40 歳未満従業員／従業員数
- パートナーへ出向する従業員数
- パートナーから駐在する従業員数
- 研究開発費／一般管理費
- 事業開発費用／一般管理費
- 開発に費やされる時間／総時間
- 基礎研究費／研究開発費
- 製品設計費用／研究開発費
- 新製品数（2 年以内）／全製品数
- 新製品の上市成功率

[13] スカンディア社では時価と簿価のギャップを見えざる価値と考え，貸借対照表を概念的に拡張している。このとき資産の側にのれんや技術といった知的所有物を想定し，対応する資本側を知的資本と定義している。なお，そのようにする理由としては，知的資本は企業と利害関係にある者，すなわち顧客や従業員から借り受けているものであるからとしている（Edvinsson & Malone[1997]p62-p63）。

[14] Skandia[1998]p4

[15] Edvinsson & Malone[1997]

- 新製品の平均寿命
- 特許件数
- 特許の平均経過年数
- 出願中の特許件数

このようにスカンディア社の評価指標は、外形的な指標から構成されているので、他の企業でも容易に取り上げ易い。特許件数などに見られるように、実際に企業の中でも着目されている変数も少なくない。このため高い比較可能性を備えており、オーソドックスな評価指標となっている。

■5.総合経営力指標

総合経営力指標は企業経営における「経営力」といった、定性要因の定量評価を行った先駆的研究である。1974 年より通商産業省産業政策局内で研究が始められた。企業評価や知的資産に関する基盤的研究である[16]。欧米における同種の研究が早いものでも 1980 年代後半であることを考慮すると、国内外を比較しても極めて早い時期に取り組まれている。

調査対象は東京証券取引所1部上場企業と 2 部上場企業であり、調査方法はアンケート調査方式を採っている。集計結果は多段階的に統計的処理が加えられおり、質問肢におけるカテゴリの独立性なども検定されている。成果指標には当該年度の経常利益率と過去3年間の売上高成長率（移動平均）が設定されており、説明変数となるカテゴリと非説明変数となる成果指標との関連性で実証分析が行われている。従って、報告書の中で提言されているマネジメント施策は、統計的有意性を踏まえたものとなっている。

研究開発に関連する評価指標としては、

- 研究開発比率（対売上高）
- 研究費配分比率（基礎・基盤技術研究）
- 研究費配分比率（応用研究）
- 研究費配分比率（開発実用化研究）
- 研究者数（現在の研究者総数）
- 研究者数（1 年前の研究者総数）
- 研究者数（過去 3 年間の中途採用研究者数）
- 研究者数（国内の外国人研究者数）
- 研究者数（研究者の増減比率）
- 研究者数（研究者の中途採用比率）
- 研究開発形態（独自の研究開発）
- 研究開発形態（提携による研究開発）
- 研究開発形態（技術の買い取り）
- 研究開発形態（技術保有企業の買収）
- 研究開発形態（技術保有研究者の引き抜き）
- 共同研究の相手先（国内企業）
- 共同研究の相手先（海外企業）
- 共同研究の相手先（国内大学・公的研究期間）
- 共同研究の相手先（海外大学・公的研究期間）
- 共同研究の相手先（国内民間研究機関）
- 共同研究の相手先（海外民間研究機関）

[16] 経済産業省経済産業政策局人材政策室編[2002]

などがある。他の評価指標と比べてユニークな変数としては、情報収集という項目が挙げられる。ここでは経営組織の中で研究部門に関する情報が、どのようにモニタリングされているかが調べられている。例えば、営業分門と研究分門との会議体の有無、研究者へコスト意識を浸透させるための研修を行っているか、製品クレームの発生時に研究部門が直接処理に当たるか、総合研究所で製品研究開発部門の必要な情報を収集しているか、といった事柄が調査されている。

定性要因分析の手法には複雑にして要領を得ないものや、単年度のみで完結しているために十分な安定性を欠くモデルなどが少なくない。そのような中にあって総合経営力指標では分析手法が明確に開示されており、また 30 年あまりに渡って継続して研究がなされてきた。加えて、1次集計結果までもが公開されており、その透明性は極めて高い。また、研究開発関連のアウトカム指標が最も充実しており、産業横断的にも時系列的にも比較可能性を十分に担保しているのが大きな特徴である。

■ 6.PRISM（多角的企業評価システム）

多角的企業評価システム PRISM (Private Sector Multi-angular Evaluation System) は、日本経済新聞社と日経データが協力し、1994 年に開発した独自の企業評価システムである。バブル経済における日本の企業経営への反省から、社会性などのより定性的な要因を評価することを目的として開発された[17]。毎年、両社による共同調査が行われており、例年 2 月下旬の日本経済新聞紙上で、その分析結果の詳細が公開されている。

評価項目は大きく分けて 4 つの項目から成り立っている。2004 年度の企業評価で設定された項目は、

①柔軟性･社会性、

②収益･成長力、

③開発･研究、

④若さ、

の 4 つであった。各々の評価項目はさらに細分化されており、合計 38 個の評価指標を含んでいる。このうち研究開発分野に関する評価指標は、③開発･研究の項目に組み込まれている。その詳細であるが、研究開発従業員比率、知的財産、環境経営への取り組み、有資格者など 4 指標となっている。

PRISM で用いられている分析手法は、共分散構造分析 (MIMIC モデル) である。分析のためのデータは、記者と識者による評価、企業へのアンケート調査、企業の財務データの 3 つから成り立っている。従って、新聞紙上などで公開されている企業ランキングというのは、このときの共分散構造分析の構成概念である「優れた企業」の予測得点により、各企業のスコアを算出して、順位付けをしたものである。

PRISM は国内企業を横断的に調査した定性要因分析である。なおかつ、分析結果が個別企業レベルで公開されている点も、その大きな特徴となっている。日本経済新聞紙上で公表されることを考慮すると、その認知度や社会的影響などもかなり高く、国内で今日最も知られたアウトカムの分析モデルであると考えられる。

これらをまとめると次のようなものが PRISM における研究開発のアウトカム指標となりうる[18]。

- 研究開発従業員比率*
- 最高技術責任者 (CTO)
- 特許出願状況
- 知的財産*
- PL 法担当役員
- 環境経営への取り組み*
- 有資格者*
- 国際化状況
- 有期付き研究職員

[17] 鈴木･長田[1998]

[18] 以上は 2001 年度調査で設定された評価指標である。この中で 2004 年度においても，継続的に使用された評価指標については，右肩にアスタリスクを付してある。

■ 7.知的資産経営報告書

産業構造審議会新成長政策部会経営・知的資産小委員会の答申を受け、経済産業省産業政策局が作成し、2005 年 10 月に発表したのが「知的資産経営の開示ガイドライン」である。我が国では初めての知的資産報告書のガイドラインである。経済産業省によって提示されたものではあるが、作成義務、開示義務などは定められてはおらず、法的な拘束力、もしくは行政上の指導は存在しない。今後、国内企業でも開示されていくであろう知的資産報告書のモデルケースを示したものである。このため知的資産報告書を作成、開示するか否かは、すべて企業側の任意に委ねられている[19]。

知的資産経営報告書では、企業価値の源泉となる知的資産の認識および管理、そして、それを活用するマネジメントを行うことを期待している。グローバル市場でのコスト競争からは脱却し、差別化を持続的に行うことで企業収益を生み出し、かつ企業価値を創造していく。そして、本質的な競争力に秀でた企業の成長や増加を後押しすると共に、そのような企業が社会的に評価されていく経済社会を構築する。また、国としての競争力強化に繋がる企業と他の経済主体との相互作用が充実するよう、基盤となる評価体系を整備していくことに狙いが求められる[20]。

知的資産経営報告書における研究開発活動のアウトカム指標は、下記の通りである。

- 研究開発費／売上高
- 研究開発費（対前年比）
- 能力開発費／売上高
- 外部委託研究開発費／研究開発費
- 特許権件数
- 実用新案権件数
- 意匠権件数
- 商標権件数
- 品種登録（種苗法）件数
- 特に重要な特許権の終期
- 特に重要な特許権の経済的有効期間
- 従業員平均年齢
- 従業員平均年齢（前年比）
- 提供開始 3 年内の製品・サービスの売上高／売上高
- 特許集中度
- 分野別 R&D 集中度
- 主力事業 R&D 集中度
- 製品別 R&D 集中度

その特徴は個々に掲げられた指標の内容そのものよりも、それに関してアカウンタビリティーを求めている点である。例えば、売上高研究開発費比率においては単にその比率を表記するだけではなく、「企業として、こうした先行投資がどの程度のタイムラグで成果を生んでいくかについての目標などが併せて説明されていれば、有益である」といったようにステイクホルダの側にも理解努力と高い意識を求めるようになっている[21]。

研究開発のアウトカム指標とするとかなり異質なニュアンスも感じられるが、これはむしろ企業の社会的責任（CSR）の観点からトップ・マネジメントが、自社の知的資産を踏まえた経営戦略を明示することを期待しているものと考えられる。このような特徴からすると日本の知的資産経営報告書の目指している方向性は、アメリカ型の財務指標型のスタイルではなく、ヨーロッパ型の知的資産評価のスタイルに近いと考えられる。

---

[19] 経済産業省[2005]p1-p5
[20] 産業構造審議会新成長政策部会経営・知的資産小委員会[2005]p1-p6, p32-p44
[21] 経済産業省[2005]p16

■ 8.研究開発トップの関与に関するアウトカム

次に医薬品産業の研究開発活動を通じて、他産業にも共通すると考えられるマネジメント要因に関して考察を行う。本調査は 2001 年 2 月に我が国の製薬企業 200 社を対象に行ったアンケート調査（回収率：20.0%）のうち、マネジメント・メトリクスに関連する調査結果を再抽出したものである[22]。なお、アンケートの回答者は、研究開発部門の研究開発トップ（取締役、部長クラス）である。

研究開発トップによる研究プロジェクトの管理方法には、集権的な研究体制と分権的な研究体制がある。研究開発トップがどちらの方法でマネジメントするべきかは一概に断じることはできないが、一般に組織規模が大きくなる場合にはスパン・オブ・コントロールの原理から、分権的な組織体制の方が有効であるとされる。調査においても集権的な組織体制を敷いているのはごく僅かであり、8 割以上が分権的な組織体制によって研究プロジェクトをマネジメントしている（表 3.3-1）。

分権的な研究開発体制を統括する場合には、研究開発トップ、研究プロジェクト・リーダー、現場の研究者という組織階層から生じるマネジメント上の距離を克服し、どのようにして研究概要の詳細を把握するかが課題となる。この統括方法や情報収集方法においても、幾つかのマネジメント・スタイルが存在している。具体的には研究開発トップが直接現場に関与する方法、研究企画スタッフにまとめられた 2 次情報による方法、定例会議にてプロジェクト・リーダーから報告を受ける方法などがあるが、回答については特に偏りは見られずほぼ均等に分散していた（表 3.3-2）。

研究開発トップの役割として重要なのが、研究プロジェクトに対する評価である。名称は企業によって様々であるが、いずれの企業にあっても必ず評価会議は設置されている（図 3.3-4）。そこでは現在行われている研究プロジェクトを継続する、梃子入れする、中止するなどを、報告された情報と競合他社との競争状況の兼ね合いで決断していく。研究開発トップが参加する評価会議の開催回数は、1 ヶ月から 2 ヶ月に 1 回のペースで行われている（表 3.3-3）。研究プロジェクトにおいて実験結果が出るまでに、2 ヶ月程度要するものもあり、開催頻度としては妥当と考えられる。

従って、研究開発トップのアウトカムとしては、研究プロジェクトに対するコミットメントの方法、研究開発プロジェクトのモニタリング・システム、研究プロジェクト評価会議の開催頻度といった項目を推し量ることにより、研究開発マネジメントが十分に機能したのかといったことが検討可能である。

表 3.3-1　研究開発トップのプロジェクトへのコミットメント

	選択肢	構成比	回答数
1	研究開発の詳細に渡って、研究開発トップ自らが具体的な指示を出す。	16.0%	6
2	基本的な研究方向を指示するに留まり、研究開発の詳細は現場に任す。	63.0%	24
3	基本的な研究方向、研究開発の詳細ともに全てを現場に任す。	21.0%	8
	合計	100.0%	38

表 3.3-2　研究開発トップによる研究開発活動の概要把握

	選択肢	構成比	回答数
1	自らが必要とする情報を現場から報告させ、研究開発活動の概要を把握。	34.0%	13
2	研究企画スタッフの提示する情報によって、研究開発活動の概要を把握。	29.0%	11
3	各部門の責任者が出席する定例会議において、研究開発活動の概要を把握。	37.0%	14
	合計	100.0%	38

[22] 回答企業は，三共，山之内製薬，第一製薬，エーザイ，中外製薬，万有製薬，大塚製薬，小野薬品工業，大鵬薬品，バイエル薬品，興和，キッセイ薬品工業，キリンビール，佐藤製薬，三和科学研究所，東レ，大正製薬，帝国臓器製薬，味の素，東和薬品，湧永製薬，グレラン製薬，埼玉第一製薬，デンカ生研，帝国化学産業，ニッショー，呉羽化学工業，堺化学，冨田製薬，科薬，辰巳化学，沢井製薬，生晃栄養薬品，ヌカミツ，サントリー生物医学，シェリング・プラウ，協和メデックス，清水製薬，長生堂製薬，東亜薬品の40社。企業名は調査当時。

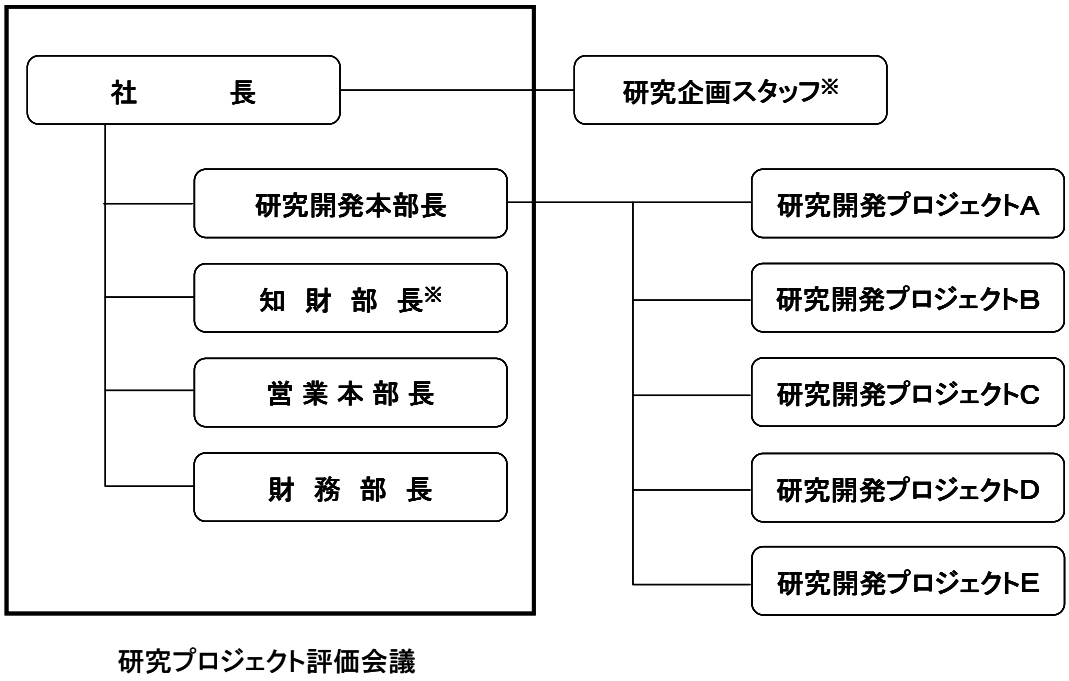


図 3.3-4　研究開発プロジェクト評価会議の概念図[23]

表 3.3-3　研究開発トップが出席する評価会議の開催頻度（年間）

	評価会議の開催回数	構成比	回答数
1	年 1 回～年 6 回	60.0%	26
2	年 7 回～年 12 回	26.0%	11
3	年 13 回～年 18 回	2.0%	1
4	年 19 回～年 24 回	9.0%	4
5	年 25 回～年 30 回	2.0%	1
	合計	100.0%	43

■ 9.人材育成におけるアウトカム

研究開発活動で育成される人材も大切なアウトカムの 1 つである。活力ある研究者の存在によって、研究プロジェクトの生産性は大きく左右される。このため優秀な研究者を育て上げることに各社とも熟慮を重ねている。実際、文部科学省の調査においても民間企業における研究者の不足が指摘されている（表 3.3-4）。また、研究者の育成に加えて重要な課題は、研究リーダーの育成である。管理能力を備えた研究者は、さらにその数が限られる。優れた研究管理者は研究者の育成にもフィードバックする課題なので、資質を備えた人材には入社後早い時期から成長機会が与えられる。

そこで開発成功事例における研究リーダーの最少年齢は、若手の積極的登用という観点から指標になり得る。多くの企業では入社後 10 年がひとつの目安となっている。このため 35 歳前後の年齢層に該当する研究者が多い。その一方で 30 歳前後の若手研究者をリーダーに起用している積極的な企業も一部に見られる（表 3.3-5）。

また、優秀な若手研究者の育成は、人事配置により対応している。一般に行われているやり方は優秀な研究者の元につけ、そこで OJT を通じて教育していく方式である。ここでは研究の推進方法などを実地で学ぶ機会が与えられる。また、問題点の指摘や指導を効果的に得られるため、若手研究者の成長の糧として強く作用する。この他に若手研究者の育成方法としては、若手研究者を留学させることも一般的である。欧米の大学の優れた研究室へ 1 年から 2 年程度留学させ、そこ

[23] 知財部門が設置されている場合には，研究企画スタッフを兼任している場合も多い。また，研究企画部門を置かない企業もある。

で研鑽を積むと共に研究者同士の新たな人脈形成を課している。また、一部ではあるが優秀な若手研究者同士で競わせたりする方法も見られる（表 3.3-6）。

従って、人材育成のアウトカムとしては、研究リーダーへの若手の積極的登用、また、若手研究者の育成では優先的な人事配置や海外研修制度などが考えられる。

表 3.3-4 民間企業における研究者の過不足[24]

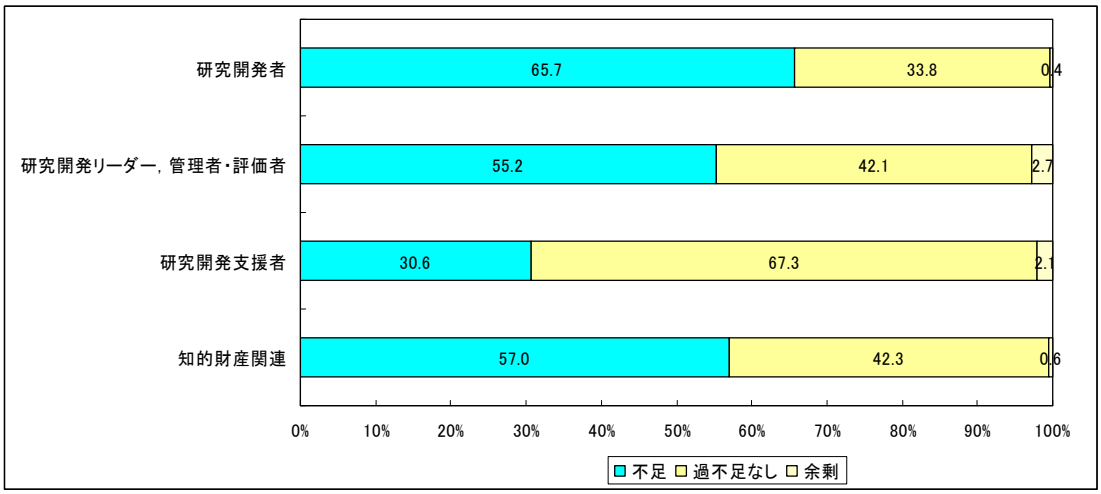


表 3.3-5 開発成功事例に研究リーダー最少年齢（過去5年間）

	年齢層	構成比	回答数
1	26 歳以下	3.0%	1
2	27 歳以上～30 歳以下	14.0%	4
3	31 歳以上～34 歳以下	10.0%	3
4	35 歳以上～38 歳以下	55.0%	16
5	39 歳以上～42 歳以下	7.0%	2
6	43 歳以上～46 歳以下	10.0%	3
	合計	100.0%	29

表 3.3-6 優秀な若手研究者への人事施策

	選択肢	最重要	2 番目	合計	最重要	2 番目	合計
1	優秀な研究者のもとに配置し、研究能力の向上を促進する。	27%	10%	37%	16	6	22
2	海外への研究留学などを奨励し、研究能力の向上を図る。	18%	12%	30%	11	7	18
3	優秀な若手研究者を一緒に配置し、研究能力の向上を促進する。	10%	8%	18%	6	5	11
4	難しい研究テーマを設定し、研究能力の向上を促進する。	7%	8%	15%	4	5	9
		62%	38%	100%	37	23	60

[24] 文部科学省科学技術政策局（2005）

■10.予期せぬ派生的研究成果への対処

研究開発活動では研究ターゲットと異なるシーズが見出される場合もある。優れた化学的有効性や技術的特性を備えた派生的な研究成果は、新しいビジネス・チャンスを生み出す可能性を秘めている。しかし、その一方で研究ドメインと乖離が著しい場合には、企業としては安易に歓迎できない側面もある。近年では研究領域の絞り込みや経営資源の集中などの観点から、新規事業としてすぐに取り組む可能性は低く、ライセンスアウトや共同研究による相互補完を図ることが多い。

従って、これらの派生的な研究成果もアウトカムとして捉えるべきである。調査結果からすると戦略オプションとしては、ライセンスアウトによる完全な放出よりも、共同研究による経営補完の方がやや多いようである（表 3.3-7）。研究開発のアウトカム指標としては、自社にシーズのある共同研究の数やライセンスアウトの件数を明らかにすれば良い。

表 3.3-7 自社の研究領域とは異なる研究シーズへの対応

	選択肢	構成比	回答数
1	ライセンスアウトをして、自社で研究開発を行わない。	33.0%	12
2	共同研究により他社と協力して研究開発を行う。	47.0%	17
3	新たにプロジェクトを組み自社で研究開発を行う。	19.0%	7
	合計	100.0%	36

■11.医薬品産業のアウトカム

医薬品産業の研究開発プロセスは、創薬研究、前臨床研究、臨床研究という 3 段階からなるステージゲート方式である（図 3.3-5）。創薬研究では新薬の出発物質となる新規化合物を創製する合成研究と、その有効性を検証する薬理研究とに分けられる。ここで創られる化合物がリード化合物であり、幾つかの新薬候補（キャンディデイト）となるリード化合物が、次の段階である前臨床研究に進んでいく。前臨床研究では動物モデルを用いた生体内での薬理作用が研究される。このときリード化合物が体内において副作用を生じないかを検証する毒性研究と、体内にどのようように吸収され作用するかを検証する代謝研究が行われる。また、薬理活性の程度により必要に応じてリード化合物には化学的修飾が施される。これをリアル・リードと呼ぶ場合もある。前臨床試験で安全性と有効性に関する検証が済むと、治験届を提出し許可を受けた上で臨床試験へ移行する。ここでは主に新薬の投与量が検討される。

新薬開発プロセスは通常 8 年前後を必要とするが、近年は分析機器の処理能力向上により短縮化傾向にある。具体的にはコンビナトリアル・ケミストリによる新規化合物の創製とランダム・スクリーニングによる評価が貢献している。企業によって同機器の処理能力も異なり、成果指標として用いることが可能である。

従って、医薬品産業における特有のアウトカムには、創薬研究では新規有効物質を見つけ出すための新規化合物とその有効性を評価するアッセイ系、そして実際に見つかったリード化合物が該当する。前臨床研究ではリアル・リード、動物モデル、治験薬がアウトカムとなる。また、スピードアップの観点から分析機器の処理能力も使用可能である。

これらをまとめると次のようなものが医薬品産業におけるマネジメント・メトリクスとなりうる。

- 新規化合物
- アッセイ系
- リード化合物
- 新規有効物質
- リアル・リード
- 治験薬
- コンビナトリアル・ケミストリの処理能力
- ランダム・スクリーニングの処理能力

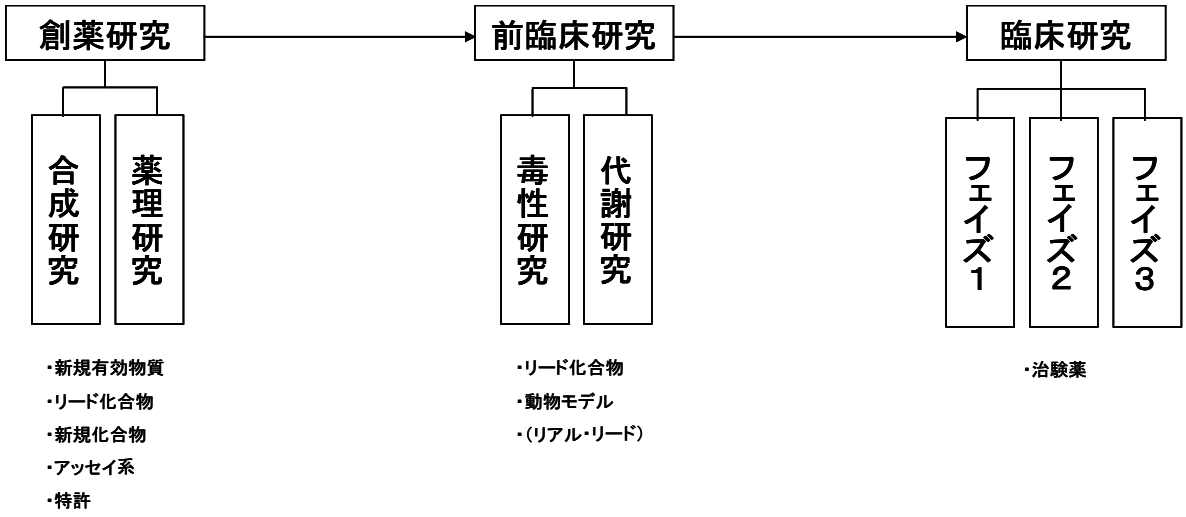


図 3.3-5 医薬品産業における研究プロセスとアウトカム

■ 12.通信設備産業におけるアウトカム

通信設備産業の場合には通信事業者により大まかな仕様が、既に指定されてくるケースが多い。通信設備メーカーはこれにいかに応え、もしくはそれを超えるものをどのように提案・提供していくかがビジネスとなる。この際に通信事業者の中央研究所と通信設備メーカーの相互作用によって、研究開発プロセスは進行していく。これは鎖状リンクモデルによる研究開発活動と捉えられる。

具体的には最初に通信事業者の研究者が、中央研究所などにおいて理論モデルを組む。これによって基本的な仕様を決定し、通信設備メーカー側のエンジニアに試作の依頼をする。依頼を受けた通信設備メーカーでは、要求された仕様を満たすような試作品を開発していく。さらに今度は通信事業者の方から改善要求が出され、それに応える新しい試作品をまた納品する。このプロセスが数回繰り返され、最終的な仕様が決定することとなる。通信事業者と通信設備メーカーによる共同研究はここで一旦終了し、このあとに量産発注が正式に通信設備メーカーへかけられる仕組みとなっている（図3.3-6）。

このとき研究開発プロセスで注目されるアウトカムは、通信事業者の研究者と通信設備メーカーのエンジニアとにより作られる試作品である。これらは研究開発プロセス途上におけるアウトカムとなる。試作品数の多寡は問われないが、その後の研究内容の改善に大きく寄与していくので、アウトカムとしては大切な指標となる。

また、通信設備メーカーが単体で解決できない技術的問題を含む場合には、通信事業者と通信設備メーカーと大学とで共同研究体制を敷く。大学が共同研究に参加することにより、基礎的な部分の梃子入れがなされる。大学との共同研究により通信設備メーカーには、本来組織内に存在しない研究知識をもたらされる。また、エンジニアに対しては研究方法などスキルアップの場としての役割を果たす。以上のことから大学との共同研究の有無は、ここではネットワークの質を決定づける要因と考えられる。なお、このような共同研究では通信事業者側の研究者が、学術論文を作成していることも多い。従って、共同研究の過程で生じた学術論文の件数も、アウトカムとして用いることできる。

これらをまとめると次のようなものが通信産業におけるマネジメント・メトリクスとなりうる。

- ■ 研究者とエンジニアの会合頻度
- ■ 試作品の納品回数
- ■ 大学との共同研究件数
- ■ 学術論文件数
- ■ 委託派遣研究者数

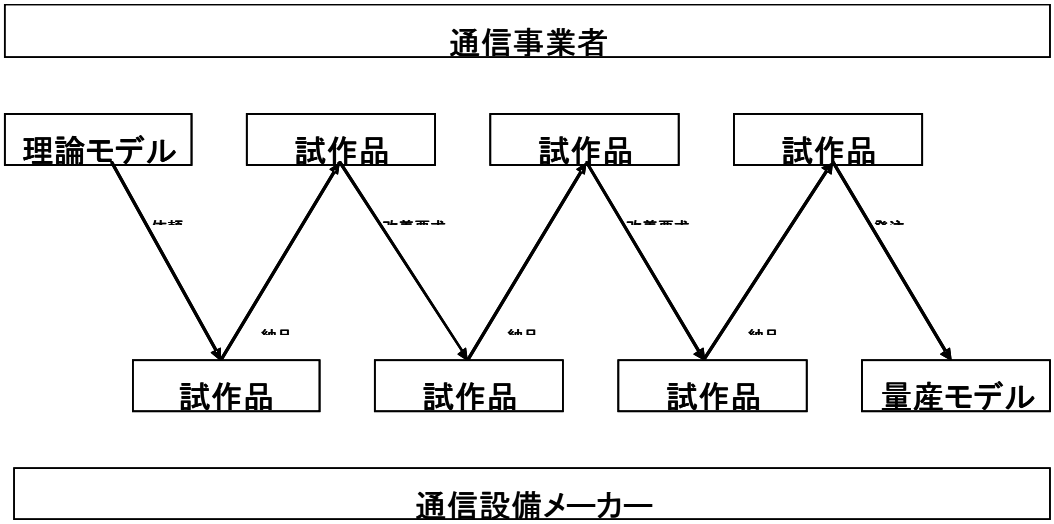


図 3.3-6 通信産業における研究プロセスとアウトカム

■ 13.バイオ関連産業におけるアウトカム

バイオ関連産業は先端科学の色彩が強く、世界の研究動向に常に注意を払いつつ、自社の研究を推進している。また、特許出願や上市といった競合企業の研究グループとのスピードやタイミングに対処するために、研究体制にも機動性が意識されている。そこでアウトカムを考慮する場合には、このような時間的要素を反映すべきである。

一般に可能性の高い研究プロジェクトでは、経営資源の集中投入を行い短期間に結論を出す。このとき2つの施策が行われている。1つは研究資金の増額である。研究プロジェクトの研究資金を潤沢にすることにより、成果を十分に期待できる環境を作り上げてしまう。2つ目は研究者の増員である。研究のスピードアップでネックとなりがちなマンパワーを、外部からの派遣研究者を一時雇用することで、研究スピードの加速化を図っている。従って、研究期間がどれほど短縮化されたのか、その効率性がアウトカムとなる。また、併せてそれを実現するために追加投入された研究資金や研究人員との比率を取ることで、より具体的な効率性を計ることができる。

他方、世界の研究動向を探るため、研究者を海外に年間どの程度派遣しているか、ということも大切である。サイエンス・ミーティングなどに参加して得られた情報は逐一報告される。研究管理者はこれを毎回チェックし、内容に応じて他の研究者との情報共有を図っている。そこでアウトカムとしては留学している研究者の人数や、国際会議へ参加している研究者数、海外からの報告回数などをチェックすることが有効である。

この他にヒアリング対象となった A 社では、提携先の海外企業 B 社とのサイエンス・ミーティングを頻繁に開催している。交流を通じて海外の研究動向を把握するともに、海外でも通用する研究者の育成に努めている。特に日本企業の場合には、海外のレギュレーションを十分に知る機会は少ないために、これらに精通した研究者を育てることには一定の意義が見出せる。ベンチャーなどとの共同研究の件数、派遣交流している研究者数などもアウトカムとして着目すべきである。

なお、バイオ関連の研究プロジェクトでは、大切なアウトカムに特許が挙げられる。通常バイオの場合には物質特許であるので、少数の特許であっても極めて強い排他的競争力を持つ。このような場合には質的な分析の方が情報量は高く、より合理的であると考えられる。そこで他社の研究領域に競合する、あるいは強い影響を及ぼす特許には、詳細な内容記述があることが望ましい。

これらをまとめると次のようなものがバイオ産業におけるアウトカム指標となりうる。

- 当該研究プロジェクトの研究期間÷平均的な研究プロジェクトの研究期間
- 当該研究プロジェクトの研究費÷平均的な研究プロジェクトの研究費
- 当該研究プロジェクトの研究者数÷平均的な研究プロジェクトの研究者数

- 影響力の高い特許の有無（およびその内容）
- 海外研修者数（年間）
- 国際会議へ出席する研究者数（年間）
- 駐在時の報告書提出頻度（月間）

■ 14.ネットワーク関連産業におけるアウトカム

ネットワーク関連産業の特徴は、ドッグイヤーなどと表現されるように、イノベーションのスピードに求められる。変化が激しいために研究を推進していても、例えばネットワークの標準仕様に変更などにより、研究そのものが陳腐化することさえも起きる。このため要求水準を満たす成果を生み出すことは必須であるが、それに加えてオン・スケジュールで遅延なく研究プロジェクトを推進することが、研究開発の重要なマネジメント課題となる。

通常、このような研究開発プロセスでは、全行程を把握するためにロードマップ（線表・ガントチャート）が作成され、これに従ってスケジュールと研究成果の管理が行われる。ロードマップは横軸に時間、縦軸に人員が配置され、プロセスに合わせて線表が区分けされている。スケジュールの終了日を意味する１つ１つの線表の区切りにおいて、具体的な成果を出すことが要求される。これらのモジュールが研究プロセス上で細分化されたアウトカムとなる。

また、厳しい競争環境の変化に対応するため、研究に関連する新しい事項や仕様を、研究者間で可能な限りリアルタイムに共有化している。そこで研究プロジェクト専用のポータルサイトを構築し、情報交換を随時行えるようにしている。これにより研究動向の把握と研究情報の共有化を実現している。ポータルサイトには研究者たちによる有益な情報の書き込みが随時に行われ、最新情報の独自アーカイブとしての貴重な機能も果たす。従って、ポータルサイトは研究プロジェクトのインテリジェント・システムとして機能すると同時に、研究開発シーズを生み出すインキュベーターとしての役割をも担うアウトカムとなる。

これらをまとめると次のようなものがネットワーク関連産業におけるアウトカム指標となりうる。

- モジュール数
- 研究プロジェクトのロードマップ
- 当該研究プロジェクトの実際の研究期間÷当該研究プロジェクトの予定上の研究期間
- 研究プロジェクト専用ポータルサイト

■ 15.社会的レスポンスを要するアウトカム

化成品産業では研究成果と用途目的が、十分に結び付いていない場合がある。3M のポストイットなどで典型的に見られるように、潜在的ニーズと結び付くことで用途が確定し、その経済的価値が飛躍的に高まることが少なくない。従って、化成品においては研究成果を生み出すだけでなく、用途目的を発見もしくは確定し、技術ニーズを具体的に顕在化させることが課題となる。

このため新聞・雑誌、テレビ・ラジオでの報道、ホームページ上での説明など、開発技術を社外に広報することが大切である。国内でも中堅化学メーカーが用途目的の定まらない弾性と加工性に富むゲルを開発した。そこでプレス発表を行ったところ、スポーツ・メーカーからの打診が得て、開発されたゲルはスポーツ・シューズの緩衝材として用いられた。また、このケースではさらにスポーツ・メーカーを介して、派生的に 2 次顧客が生まれている。このことからも用途目的を十分に確定することは、最終的な成果を左右する重要な要素と成り得る。

また、食品産業においては安全性が最も重要な課題となる。優れた栄養機能を備えた製品であっても、消費者が受け入れなければ意味をなさない。そこで消費者の理解が何より必須となる。ジアシルグリセロールという中性脂肪が上昇しにくく、体脂肪のつきにくい食用油を開発した企業では、開発と並行してパブリック・アクセプタンスの形成にも腐心した。その内容

としては、ニュース番組での特集、医者・看護士・栄養士への専門情報の提供、特定健康用食品認可の取得、関連学会からの推薦取得、研究会の開催などである。このようにアカデミックなマーケティングを推進することで、ジアシルグリセロールの社会的認知を高めるだけでなく、消費者が理解した上で製品を利用できるように努めた。

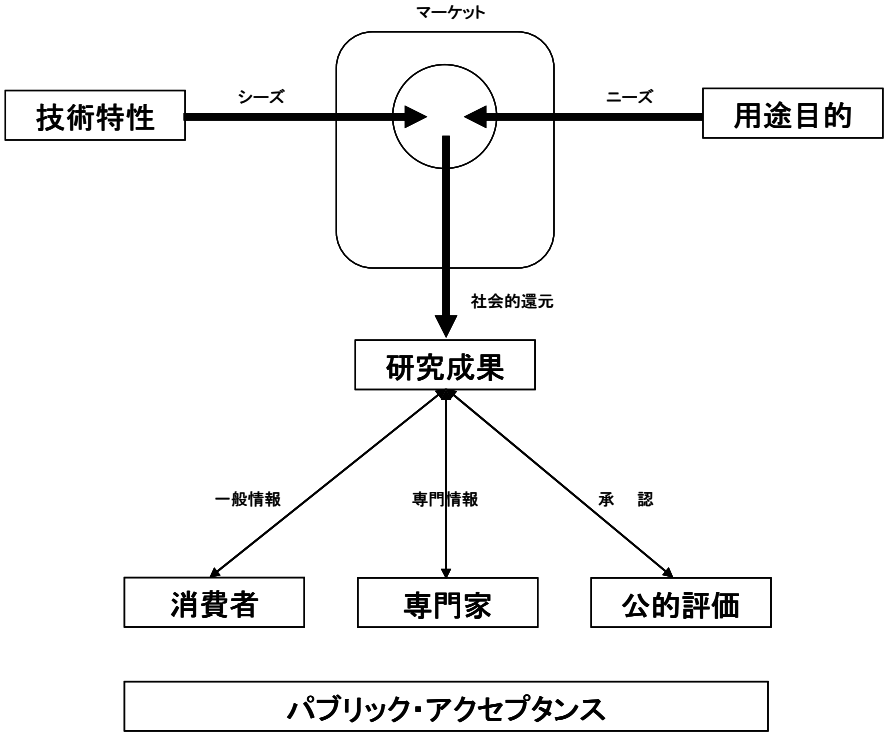


図 3.3-7 社会的レスポンスを要する研究開発活動

従って、技術オリエンティッドで出口イメージが未確定の研究成果については、用途目的を確定することと、パブリック・アクセプタンスを形成することが重要である（図 3.3-7）。むしろ、これら 2 つの要素が十分に確立されなければ、研究成果が持つ本来の価値自体が大きく損なわれる可能性も否めない。このような特性を持つケースにおいてアウトカム分析をする場合には、単に技術的成果のみに着目するのではなく、社会的還元を果たすまでのプロセスを含める方がより合理的である。

これらをまとめると次のようなものが化成品・食品産業におけるアウトカム指標となりうる。

- 報道件数
- ホームページへの掲載
- 監督官庁からの認定取得
- 医者・看護士・栄養士への専門情報の提供
- 関連学会への情報提供
- 研究会の主催状況

■ 16.まとめ

マネジメント・メトリクスにおける従来のアウトカム指標は、会計費目を援用したものが中心であった。このような外計的な評価指標は客観性が高い反面、どうしても表面的な分析になりがちな短所を持つ。企業経営おいて研究開発成果は製品（アウトプット）となるが、その過程で生じた有形無形の本質的な研究開発成果（アウトカム）は、むしろ組織内部に蓄積され企業独自の強みに還元されていく。このためアウトカムの生み出し方や捉え方をどうマネジメントでシステム化するかは、企業におけ

る研究開発戦略の要となる。近年ではこのような抽象性の高い成果をより定量的に扱うことが主題となっているが、評価が定まった手法はまだ存在していない。そこで本稿では企業経営の側面からアウトカム指標の整理を試みた（表 3.3-8）。

また、実際の研究開発活動のマネジメント方法は、産業によっても大きく異なってくる。今回の事例でも医薬品産業のステージゲート型の研究開発活動と、通信系エレクトロニクス産業の鎖状リンク型の研究開発活動とでは、その推進方法も途中成果もかなり違いが見られた。さらに今回は言及できなかったが石油開発などエネルギー系の研究開発活動も、これらとまたかなり異なる性格を有している。今後は業種の違いに由来する部分と業種に係わらず研究開発マネジメント全般に共通する事項とに分け、マネジメント・メトリクスをさらに体系的に精緻化していく必要があるものと考えられる。

表 3.3-8 マネジメント・メトリクスにおけるアウトカム指標

研究開発戦略	研究開発トップの関与方法
	研究開発トップの概要把握方法
	評価会議の開催頻度
研究計画	計画上の研究期間
	計画上の研究費
	計画上の研究者数
	実際の研究期間
	実際の研究費
	実際の研究者数
プロジェクト管理	プロジェクト会議の開催頻度
	ロードマップ
	テクノロジー・マップ
	パテント・マップ
	研究専用ポータルサイト
途中成果（業種別）	化合物数
	新規有効物質
	試作品数
	モジュール数
研究者	新規採用研究者数
	中途採用研究者数
	研究リーダー数
	委託派遣研究者数
	研究者総数
研究活力	研究者平均年齢
	研究リーダー平均年齢
	研究リーダー最少年齢
	スパン・オブ・コントロール
人材育成	若手研究者の育成施策
	若手研究リーダーの登用
	海外研修制度
	能力開発費

知的財産権	特許件数
	実用新案件数
	意匠権件数
	商標権件数
	品種登録（種苗法）件数
論　文	学位論文数
	学術論文数
	査読論文数
共同研究	国内企業
	海外企業
	国内公的研究機関
	国内民間研究機関
	海外民間研究機関
	国内大学
	海外大学
スピンアウト	ライセンス・アウト件数
	自社にシーズのある共同研究
	大学など研究機関への転出者数
パブリック・アクセプタンス	報道件数
	専門家への情報提供
	公的承認件数
	ホームページ掲載状況
	関連学会への情報提供
	研究会の開催状況

■ 参考文献

- 青木昌彦・安藤晴彦（2002）『モジュール化』東洋経済新報社
- 大蔵省企業会計審議会（1998a）「研究開発費等に関する会計基準」.
- 大蔵省企業会計審議会（1998b）「研究開発費等に関する会計基準の設定に関する意見書」.
- 岡田依里（2003）『知財経営戦略』日本経済新聞社.
- 経済産業省技術評価調査課編（2004）『技術評価白書平成 16 年版』ぎょうせい.
- 経済産業省経済産業政策局人材政策室編（2002）『平成 12 年度版総合経営力指標』財務省印刷局.
- 経済産業省（2005）「知的資産経営の開示ガイドライン」経済産業省産業構造審議会 HP.
- 経済産業省（2004）『通商白書 2004』ぎょうせい.
- 櫻井通晴（1998）『新版間接費の管理』中央経済社.

- 産業構造審議会新成長政策部会経営・知的資産小委員会 (2005)「中間報告書」経済産業省産業構造審議会 HP.
- 鈴木督久・長田公平 (1998)「企業評価モデル PRISM の開発」『日本行動計量学会第 26 回大会発表論文抄録集』日本行動計量学会, p30-p33.
- 寺本義也・山本尚利・山本大輔 (2003)『最新技術評価法』日経 BP 社.
- 西澤脩 (2003)『研究開発の会計と管理』白桃書房.
- 西村優子 (2001)『研究開発戦略の会計情報』白桃書房.
- 文部科学省科学技術政策局 (2005)『民間企業の研究開発活動に関する調査報告 (平成 16 年度)』国立印刷局.
- Boer, F.P. (1999) *The Valuation of Technology Business and Financial Issues in R&D*, John Wiley & Sons [宮正義監訳 (2004)『技術価値評価』日本経済新聞社].
- Cooper, R. et al (1992) *Implementing Activity-Based Cost Management*, Irwin [KPMG ピート・マーウィック, KPMG センチュリー監査法人訳 (1995)『ABC マネジメント革命』日本経済新聞社].
- Cooper, R. & Kaplan, R.S. (1988) "Measure Costs Right: Make the Right Decision", *Harvard Business Review*, Sep-Oct, Vol. 66, Issue 5, p96-p103.
- Cooper, R. & Kaplan, R.S. (1991) "Profit Priorities from Activity-Based Costing", *Harvard Business Review*, May-Jun, Vol. 69 Issue 3, p130-p135.
- Edvinsson, L. & Malone, M.S. (1997) *Intellectual Capital*, Harper Collins Publishers [高橋透訳 (1999)『インテレクチュアル・キャピタル』日本能率協会マネジメントセンター].
- Kaplan, R.S. & Norton, D.P. (1992) "The Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance", *Harvard Business Review*, January-February, p71-p79.
- Kaplan, R.S. & Norton, D.P. (1996b) *The Balance Scorecard*, Harvard Business School Press [吉川武夫訳 (1997)『バランス・スコアカード』生産性出版].
- Kaplan, R.S. & Norton, D.P. (2001) *The Strategy - Focused Organization*, Harvard Business School Press [櫻井通晴監訳 (2001)『戦略バランスト・スコアカード』東洋経済新報社].
- Kaplan, R.S. & Norton, D.P. (1996a) "Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System", *Harvard Business Review*, January-February, p75-p85.
- Lev, B. (1992) "Information Disclosure Strategy", *California Management Review*, Vol. 34, No.4, p9-p32.
- Lev, B. (2001) *Intangibles: Management, Measurement, and Reporting*, Brookings Institution [広瀬義州・桜井久勝監訳 (2002)『ブランドの経営と会計』東洋経済新報社].
- Simons, R. (2000), Performance Measurement and Control Systems for Implementing Strategy, Prentice - Hall [伊藤邦雄監訳 (2003)『戦略評価の経営学』ダイヤモンド社].
- Skandia (1998) *Human Capital in Transformation*, Intellectual Capital Prototype Report.
- Skandia (1994) *Visualizing Intellectual Capital in Skandia*, Annual Report.
- Stern, J.M. & Shiely, J.S. & Ross, I. (2001) *The EVA Challenge: Implementing Value-Added Change in an Organization*, John Wiley & Sons [伊藤邦雄訳『EVA 価値創造への企業変革』日本経済新聞社].

参考サイト

- 花王 http://www.kao.co.jp/
- 企業会計審議会 http://www.fsa.go.jp/p_mof/singikai/kaikei/top.htm
- 経済産業省産業構造審議会 http://www.meti.go.jp/committee/
- スカンディア社 http://www.skandia.com/

1. 調査研究の詳細

1.3. 適用事例の紹介

1.3.4. 主要各国における実績概念の定義とアウトカム指標の事例

本節では、米国をはじめとした主要各国において、アウトカム等の実績概念がどのように定義されているのか、また実際にどのような指標が用いられているのかについて概観する。

■1. アメリカ

第 1 章で言及したように、米国の場合、行政府での予算過程において最も重要な評価は大統領府行政管理予算局 OMB においてなされ、その評価はプログラム評価手法 PART (Program Assessment Rating Tool)に則して行われている。

以下では、PART における実績概念の定義と、そのもとで実施されているプログラム評価の事例をとりあげた。

1.1. PART における定義

まず、OMB による実績概念の定義について、OMB(2006)[1]をもとにまとめる。基本概念としては次のようなものである。

表 3.4.-1 OMB による基本概念の整理

- **戦略目標(Strategic Goal もしくは Strategic Objective)**
- **業績目標(Performance Goal)**
  - **業績指標(Performance Measures)**
    - **アウトプット指標(Output Measures)**
    - **アウトカム指標(Outcome Measures)**
    - **効率性指標(Efficiency Measures)**
      - **アウトプット効率性指標(Output Efficiency Measures)**
      - **アウトカム効率性指標(Outcome Efficiency Measures)**
  - **ターゲット(Target)**

(1) 目標

目標については、戦略目標と業績目標とに二分される。前者は、「(GPRA の下で要求される) 戦略計画に包含される狙い (aim) や目的 (purpose) の記述 (statement)」であり、「業績予算や業績計画 (performance budget/ performance plan) において、多様なプログラムのアウトカムを分類するために用いられる」ものである。一方、業績目標は、「実際に達成したものと比較しうる、目に見える (tangible)、測定可能な (measurable) 目標として表現されるものであり、時間の経過とともに発現するターゲット (後述) レベルの業績」である。また、「定量的な基準や価値もしくは割合として表現される」ものでもある。この業績目標は、「ターゲットと時間枠 (timeframe) をもつ業績指標」から構成される。なお、詳細については後述するが、業績指標は「プログラムの業績を評価する際に用いられるインディケータや統計、メトリックス」であり、ターゲットは「プログラムが業績指標をうまく達成するにはどのようにすべきかを物語る定量的もしくは測定可能な特性 (characteristic)」である。各々のプログラムにおいて目指されるべきアウトカムは、「これらの戦略目標とその業績指標に十分影響しうるよう関連付けられ、統合されるべきである」、とされている。

[1] Office of Management and Budget, "Guide to the Program Assessment Rating Tool (PART)," 2006.3. http://www.whitehouse.gov/OMB/part/2006_part_guidance.pdf

⑵ 業績指標

業績指標は、アウトプット指標とアウトカム指標、及び効率性指標の 3 つから構成される。PART においては、これらの各々がプログラムの業績についての価値ある情報をもたらすとして、三者の関係が強調されている。

まず、アウトカムについては、「プログラムや活動を実行することで得られる意図した結果（intended result）」であり、「当該プログラムもしくは活動の外部（external）にある出来事や状態」を指す。また、「（プログラム等が）対象とする受益者（beneficiary）や一般国民にとって直接重要なもの」でもある。たとえば、竜巻警報システムのアウトカムは、生存者の数や回避された財産の損失、ということになる。アウトカム指標は、国民が享受するプログラムの最終的な（ultimate）成果であり、もっとも有益な参考情報であるといえる。

一方、アウトプットは、「ある期間にわたってもたらされる活動のレベルであり、当該活動の基準として設定された特性（characteristics）についての描写を含む」ものである。もたらされた成果物（products）やサービスといった「プログラムの内的な（internal）諸活動」を参照する。先の竜巻警報システムを例にとれば、竜巻が起こる 20 分以上前に警告を発した割合がアウトプットの 1 つということになる。このアウトプットはアウトカムと明確に区別されるべきものであり、また両者の間には論理的な関係性がなければならない。

なお、プロセス志向（process-oriented）の活動に焦点をあてたプログラム（たとえば、データ収集や管理上の義務、調査活動）のような、定量的なアウトカム指標を定義できないプログラムの場合、「擬似的な（proxy）」アウトカム指標を適用する。その場合であっても、擬似的なアウトカムと当該プログラムが達成しようとするアウトカム（公共財）との間の明確な関連が示される必要がある。

また、OMB の定義する健全な（sound）効率性指標とは、端的には「リソースは同じでも、プログラムの効率性が増せばアウトカム以上のものが達成可能である」と表現されるように、資源や労力、時間、資金の浪費を回避する一方で、プログラムや諸活動を実施し、成果を達成する際の「熟練度（skillfulness）」をとらえるものである。PMA(President's Management Agenda)の BPI(Budget and Performance Integration) Initiative では、各機関が効率性指標を展開することを推奨している。

この効率性指標は、アウトカム効率性指標とアウトプット効率性指標からなる。アウトカム効率性指標は、効率性指標としてもっとも重要なものであり、所与のリソースでどれほどのアウトカムが得られるのかをとらえるものである。しかしながら、アウトカムに関して効率性を測ることは困難である。この場合、より少ないリソースでいかに所与のアウトプットを生み出すかに焦点をあてるアウトプット効率性指標を用いることも可能である、としている。とはいえ、このアプローチを採用することによって、プログラムの効果や望ましいアウトカムを損ねるような、質の低い方法へと安易に流されることのないよう警鐘を鳴らしている。

なお、以上のような業績目標について、PART では「長期（long-term）」目標か「年次（Annual）」目標かに区分している。前者は、数年間にわたるものであり、その期間はプログラムによって異なるが、プログラムの性質を考慮し、当該機関の戦略計画に定められている戦略目標の期間と一貫性を持つものでなければならない。後者は、ある一年間（通常は直近の一年）における活動によって影響を受ける指標及びターゲットである。

1.2. 事例

ここでは、PART の枠組みにおいて実施されている連邦政府機関のプログラム評価の事例をいくつかとりあげ、どのようなアウトカム指標が設定されているのかを、関連するアウトプット指標と対比させながらみていく（効率性指標は割愛）。

PART では、プログラムのタイプとして次の 7 類型を提示している。

表 3.4.-2 PART におけるプログラムの類型

プログラムの類型	概要
①直接的連邦プログラム (Direct Federal Programs)	第一義的に、連邦政府の職員がサービスを提供するプログラム
②競争的助成プログラム (Competitive Grant Programs)	競争的なプロセスを経て、州、地方及び部族の政府、組織、個人その他の主体に資金を提供するプログラム
③ブロック/定型助成プログラム (Block/Formula Grant Programs)	定型的もしくは定額交付金として、州、地方及び部族の政府、組織、個人その他の主体に資金を提供するプログラム
④規制型プログラム (Regulatory-Based Program)	法律や政策を導入、解釈、規定したり、手続や実施要件を説明するルールメイキングを通じて、そのミッションを達成しようとするプログラム
⑤固定資産・サービス調達プログラム (Capital Assets and Service Acquisition Programs)	(土地、建造物、設備及び知財等の) 固定資産の開発や取得、(メンテナンスや情報技術等の) サービスの購入を通じて、その目的を達成しようとするプログラム
⑥クレジット・プログラム (Credit Programs)	融資や借入助成及び直接控除を通じて支援を提供するプログラム
⑦研究開発プログラム (Research & Development (R&D) Programs)	知識の創造、もしくはシステムや方法、構成要素、技術の創造に対する活用に焦点をあてたプログラム

なお、評価対象となるプログラムは、たとえば、競争的助成プログラムかつ研究開発プログラム、というように、複数の類型にまたがる場合もある。

以下では、次の 5 事例についてとりあげた。

表 3.4.-3 事例としてとりあげたプログラムとその類型

所管省庁及び機関	プログラム名	プログラムの類型
エネルギー省	風力エネルギープログラム	研究開発プログラム
	産業技術プログラム	研究開発プログラム 競争的助成プログラム
	生物及び環境研究プログラム	研究開発プログラム 競争的助成プログラム 固定資産・サービス調達プログラム
国立衛生研究所	委託研究プログラム	研究開発プログラム
全米科学財団	ナノスケール科学・工学研究プログラム	研究開発プログラム 競争的助成プログラム 固定資産・サービス調達プログラム

1.2.1. エネルギー省「風力エネルギープログラム」

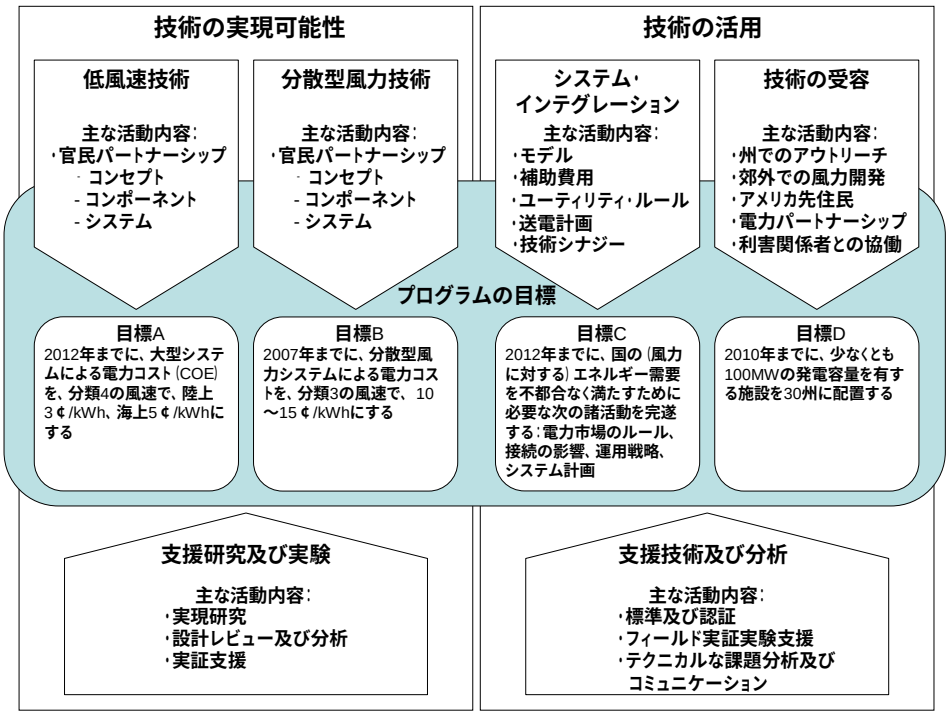
(1) プログラムの概要

風力エネルギープログラム (Wind Energy Program) は、エネルギー省 (Department of Energy: 以下、DOE) エネルギー効率・再生可能エネルギー局 (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy：以下、EERE) によって運用されるプログラムであり、風力エネルギーの技術的な実現可能性およびその利用レベルの向上を目的とする「研究開発プログラム」である。21 世紀において風力を魅力的な技術として位置付けるためのそうした目的を達成するため、以下の 4 つのゴール (goal) を定めている。

- 2012 年までに大規模な風力システムを用いた発電コストを分類 4 の風力で 3￠/kWh (陸上の場合) または 5￠/kWh (海上) まで下げる。

- 2007 年までに分散型風力システム (distributed wind system) を用いて現在分類 5 の風力で得られている 3￠/kWh のコストを分類 3 の風力で達成する。
- 風力が国のエネルギー需要に支障なく貢献できるよう、2012 年までに電力市場ルールや interconnection impact、運営戦略 (operating strategies)、システムプランニング等の整備をプログラムの活動の一環として完了させる。
- 2010 年までに少なくとも 30 の州で最低 100 MW の風力エネルギーの利用が行われるよう促す。

また、本プログラムは、風力･水力発電技術プログラム (Wind and Hydropower Technologies Program) の構成要素の 1 つであり、風力システムの技術的実現可能性を増大させることを目的とする「技術の実現可能性 (Technology Viability)」と、新興市場におけるそれらの配備を増大させることを目的とする「技術の活用 (Technology Application)」の 2 つの要素を持つ。前者は、さらに、「低風速技術 (Low Wind Speed Technology)」、「分散型風力技術 (Distributed Wind Technology)」及び「支援研究及び実験 (Supporting Research and Testing)」の 3 つのサブプログラムから、後者は「システム･インテグレーション (Systems Integration)」、「技術の受容 (Technology Acceptance)」及び「支援技術及び分析 (Supporting Engineering and Analysis)」の 3 つのサブプログラムから、それぞれ構成される。サブプログラムのそれぞれについて、目的、目標と事業内容の概略をまとめると次の通りである。



出典:EERE (2004), Figure7 を訳出

図 3.4.-1 風力エネルギープログラムの構造

1)「技術の実現可能性 (Technology Viability)」

①低風速技術

本サブプログラムの目的 (goal) は「2012 年までに、大型システムによる電力コスト (COE) を、分類 4 の風で陸上 3￠/kWh、海上 5￠/kWh にすること」である。この目標を達成するために、本サブプログラムでは過去に行われた WindPACT advanced technology studies 及び Next Generation Turbine プログラムを参考にし、「コンセプトのデザイン」、「各コンポーネントの開発」、「システム全体の開発」からなる 3 つの研究開発を同時並行かつ官民共同で行っている。各段階は進行状況に応じて更に 3 つのラウンドに分けられており、この意図は以下の 3 つにまとめられる:①民間企業が関わるきっかけとなる

ポイントを複数準備することが可能であり、各企業のニーズにあわせやすい；②前の段階で決定されたコンセプトやデザインの追求を企業が追加的なファンディングの下で行い易い；③必要に応じて特定のアイデアに対するサポートをプログラムが打ち切ることが可能である。

プログラム全体の進捗状況はエネルギーコスト（cost of energy:以下、COE）をメジャーとして決められており、予め目標として設定された各年度の COE と、実際に達成された COE を年度毎に比較する Annual Turbine Technology Update により把握されている。また、3 つに分割して進められている各研究開発の進捗状況は、予め決定されている計 24 項目のマイルストーンに照らし合わせて確認され、パーセンテージによる達成度として示される。こうした成果を挙げるために必要と考えられる研究開発の焦点は Technology Improvement Opportunities として予め 8 つのカテゴリにわたって詳細に同定してある。

②分散型風力技術

本サブプログラムの目的は、「2007 年までに、分散型風力システムによる電力コストを分類 3 の速度で、10～15￠/kWh にすること」である。このプログラムでは、低風速技術サブプログラムと同様に 3 要素の研究開発を官民共同で同時並行に行っており、プログラムの各年度の進捗状況についても Annual Turbine Technology Update を採用している。また、マイルストーンを各要素について予め決定している点についても低風速技術サブプログラムと同様である。具体的な目標としては、現在クラス 5 の風力で得られるコスト（10-15 ￠/kWh）をクラス 3 で達成することを最終的な目標としており、上限は家庭用タービン、下限は小規模な商業用のタービンを想定した値である。

③支援研究及び実験

本サブプログラムでは上記の 2 つのサブプログラムにおいて企業が直面する課題を解決するために、特殊な技術や包括的なデザイン、分析ツール、試験設備等の支援が行われる。このため、本サブプログラムの目的は前述の 2 つのそれと同一であり、COE の低減である。研究開発の進め方も同様の戦略をとっており、全体を「Enabling Research」、「デザインレビュー、分析」、「フィールドテスト」の 3 つの段階に分け、Technology Improvement Opportunities やマイルストーンも設定されている。具体的な進め方としては、本サブプログラムでは National Wind Technology Center 及び Sandia National Laboratories において、各コンポーネントおよび全体のシステムのパフォーマンスを向上させるのに必要な風力技術に特化した研究を行う。こうした研究は Cooperative Research and Development Agreements の援助を受けつつ、あるいはそれぞれ独立に契約を結びつつ産業界とも緊密に連携し、必要に応じて大学や他の研究機関とも協力しつつ進められる。

前述の通り、本サブプログラムの進捗状況や目的の達成度合いは最終的に他の 2 サブプログラムにおける COE に反映される。

2）「技術の活用（Technology Application）」

④システム・インテグレーション

本サブプログラムは風力エネルギープログラムを構成する「技術の実現可能性」および「技術の活用」の 2 つの要素のうち、後者を構成する 3 つのサブプログラムの一つであり、目的は「2012 年までに、国の（風力に対する）エネルギー需要を不都合なく満たすために必要な次の諸活動を完遂する：電力市場のルール、接続の影響、運用戦略、送電システム計画」ことである。

アメリカ合衆国においても過去数年の間に様々な種類の風力発電所が建設されてきたが、風力発電は比較的新しい発電方法であるために短期的に見ると既存の電力供給システムにとっては新たな「挑戦」とみなされることもある。このため、本サブプログラムでは、①技術の把握及びデータの収集（Technology Characterization and Data Collection）；②ツールとメソッドの開発（Tool and Methods Development）；③応用及び履行（Application and Implementation）、からなる 3 つの目標（target）を定め、Independent System Operator や Regional Transmission Organizations、そして Federal Energy Regulatory Operators、state and local utility planners 等のステイクホルダと共に、地域の電力システム計画及びその関係者が風力発電を既存のシステムに組み込む際の障壁を小さくする働きかけを行う。

このサブプログラムでは、各地域におけるプログラムの達成度を通じて進捗状況が確認される。具体的には、①電力市場のルール策定、②interconnection impacts の査定、③運営戦略のガイドを行えるツールの開発、④送電システム計画、

の 4 つの項目が十分に達成されて初めて本サブプログラムは完遂したとみなされる。このため、当該地域の事情を知るプログラムの者とステイクホルダは、年度ごとに上記4項目の達成状況の判断を行う。

⑤技術の受容

本サブプログラムの目的は、「2010 年までに、少なくとも 100 MW の発電容量を有する施設を 30 州に配置すること」である。ただし、この目的は 2004 年度に設定されたものであり、風力プログラムは各州の風力発電の市場の成熟度を測るためにより利用しやすい測定システムを 2005 年度に開発し、正式に採用する。このため、長期の目的は「風力発電の継続的な成長に寄与し得る成熟した市場を 2010 年までに少なくとも 30 の州が有すること」である。

前項のシステム･インテグレーションサブプログラムと同様に、本サブプログラムも風力発電の利用にとって障害となるものを削減することを意図して設けられている。しかし、前者が主として技術的な阻害要因をターゲットとしているのに対し、本サブプログラムはこうした技術に馴染みの薄い州や地域の地方行政関係者や、個人の農場経営者等に関わる課題に対処する。風力の利用が可能な州での利用を促進するために、本サブプログラムでは Wind Program America(WPA)プログラム及び National Wind Coordinating Committee(NWCC)が運営され、6 つのテーマの下で活動が行われており、マイルストーンも設定されている。

本サブプログラム全体の進捗状況の確認は、各州に設置された風量発電設備の発電総量を目安にして行われる。風力発電の普及活動から成熟した市場の形成までを 3 段階に分けており、最終的に成熟した市場が形成された際には 100 MW レベルの発電量が得られることを想定して上記の目的は設定されている。

⑥支援技術及び分析

本サブプログラムの目的は①、②、④、⑤の 4 つのサブプログラムの活動の支援を行うことにある。このために、産業とも連携しつつ、「Supporting Technical Analyses and Communication Products」や「NWTC (National Wind Technology Center) Operation and Program Management」の 2 つのテーマの下で、風力の利用には欠かせない重要な活動であるにも関わらず個々の企業では行うのが困難である活動が展開される。

本サブプログラムにおける活動の成果は、他の 4 つのサブプログラムの進展に反映される。このため、出版物の数（number of publications produced）や官民によるコラボレーションの数、プログラムの運営の効率といった要素を定量化して業績の指標とする。マイルストーンの達成度合いも同様に利用される。

⑵ 業績指標

2003 年に実施された PART による本プログラムの評価においては、6 つのアウトプット指標及び 1 つのアウトカム指標について、その達成状況が検討されている。以下、PART による評価結果を公表している ExpectMore.gov のサイト情報をもとに列挙する。

1） アウトプット指標

①分類 4 の風速地域における風力発電のコスト（¢ /kWh 単位）

表 3.4.-4 アウトプット指標①

年度	ターゲット	現状
2005	ベースライン	9.5 ¢ /kWh
2006	9.3 ¢ /kWh	
2007	8.8 ¢ /kWh	
2008	7.8 ¢ /kWh	
2011	6.3 ¢ /kWh	
2014	5.0 ¢ /kWh	

②分類 3 の風速地域における家庭用（3～10 キロワット）分散型エネルギーの風力発電コスト（¢ /kWh 単位）

表 3.4.-5 アウトプット指標②

年度	ターゲット	現状
2001	-	6.0 ¢ /kWh
2002	5.5 ¢ /kWh	5.5 ¢ /kWh
2003	5.0 ¢ /kWh	5.0 ¢ /kWh
2004	4.6 ¢ /kWh	4.4 ¢ /kWh
2005	4.3 ¢ /kWh	4.4 ¢ /kWh
2006	4.2 ¢ /kWh	
2007	4.1 ¢ /kWh	
2012	3.6 ¢ /kWh	

③分類 3 の風速地域における商業用（100 キロワット）分散型エネルギーの風力発電コスト（¢ /kWh 単位）

表 3.4.-6 アウトプット指標③

年度	ターゲット	現状
2002	17 ¢ /kWh	27 ¢ /kWh
2003	14 ¢ /kWh	14 ¢ /kWh
2004	13 ¢ /kWh	13 ¢ /kWh
2005	12 ¢ /kWh	12 ¢ /kWh
2006	11 ¢ /kWh	
2007	10 ¢ /kWh	

④分類 6 の風速地域における風力発電コスト（¢ /kWh 単位）

表 3.4.-7 アウトプット指標④

年度	ターゲット	現状
2000	2.5 ¢ /kWh	4.0 ¢ /kWh
2002	4.0 ¢ /kWh	4.0 ¢ /kWh
2003	3.3 ¢ /kWh	3.3 ¢ /kWh
2004	3.0 ¢ /kWh	3.0 ¢ /kWh

⑤浅瀬の海上システムによる分類 4 の風速地域における風力発電コスト

表 3.4.-8 アウトプット指標⑤

年度	ターゲット	現状
2005	baseline	9.5 ¢ /kWh
2006	9.3 ¢ /kWh	
2007	8.8 ¢ /kWh	
2008	7.8 ¢ /kWh	
2011	6.3 ¢ /kWh	
2014	5.0 ¢ /kWh	

⑥少なくとも 20 メガワット（MW）の風力発電容量を有する設備を設置した州の数

表 3.4.-9 アウトプット指標⑥

年度	ターゲット	現状
2002	-	13
2003	19	18
2004	25	19
2005	32	21

2） アウトカム指標

①少なくとも 100MW の風力発電容量を有する設備を配置した州の数

表 3.4.-10 アウトカム指標①

年度	ターゲット	現状
2002	-	8
2003	10	10
2004	12	12
2005	16	15
2006	19	
2007	22	

1.2.2. エネルギー省「産業技術プログラム」

⑴ プログラムの概要

DOE の EERE が所掌する産業技術プログラム（Industrial Technology Program）は、「研究開発プログラム」と「競争的助成プログラム」の両者に位置付けられるプログラムである。本プログラムは、エネルギー効率の高い技術とその運用のための支援活動（operating practices）を産業に提供するための研究開発、検証（validation）作業及び普及活動から構成されており、こうした活動を通して、米国における産業部門のエネルギー集約度（energy intensity[2]）を減少させることを目的（mission）としている。また、本プログラムは産業界や製造業者等の多数の利害関係者とのパートナーシップを基本としており、以下の 6 つの戦略から構成されている。

1）将来のエネルギー集約型工業への着目

ITP は、産業の全エネルギー消費量の 75％を占める少数のエネルギー集約型の素材産業及び装置産業（energy-intensive materials and process industries）に資源の集中的な投資を行う。化学、林産品、鉄鋼、アルミニウム、ガラス、鋳造、製油等の、*Industries of the Future* を構成する各部門は特に、エネルギー効率改善への寄与が期待される。ITP は最もエネルギーを消費し、かつ実際のエネルギー消費量と現実的に達成可能な最低限のエネルギー要求量との差が大きいこうした部門の製造工程に焦点を合わせることにより、エネルギー効率の改善を図る。

2）官民のパートナーシップ

ITP は複雑性かつ困難さを増している問題の解決を図るために、産業界と政府それぞれの強みが持ち寄られる官民の

[2] エネルギー強度と訳されることもある。なお、エネルギー集約度は、通常、GDP に対するエネルギー消費量で表現されるが、ここでは、製品出荷価格に対するエネルギー消費量（energy used per value of product shipments）として表されている。

パートナーシップをモデルとして構想されている。*Industries of the Future* プロセスと共に、ITP はプランニング、協調的研究・開発、実行といった技術開発プロセスの各段階において産業界とのパートナーシップを結ぶ。また、市場の原理の利用を通じて、産業界のエネルギー効率の改善に最大限に寄与するように貴重な資源を集中させ、生産コストを削減することも可能となる。経済的な問題も同様に重大であり、研究、開発、拡大、デモンストレーション、商業化、普及等には莫大な資金が要される。パートナーシップモデルは、プロジェクトのコストとリスクを減少させることにより民間の投資を刺激し、こうした技術的・経済的な課題の解決を促す狙いがある。

3) 産業界のエネルギー効率を劇的に向上させるための「大いなる挑戦的課題 (Grand Challenges)」の同定

次世代の製造業におけるコンセプトには、もし解決されたならばエネルギー効率や環境への影響、生産性の向上に劇的に寄与するような核となる技術的な課題が 1 つか 2 つ含まれている。こうした「大いなる挑戦的課題」は、現行のものに比べてエネルギーの要求量を格段に低く押さえられる根本的に新しい製造方法のように、通常の場合はハイリスク・ハイリターンの研究開発を必要とする。こうした高い価値を含む機会を同定するため、ITP はエネルギーの節約に寄与し得る工程及びエネルギーシステムに関して産業界全体を対象にした調査を行う。次に、民間とのパートナーシップを通して「大いなる挑戦的課題プロジェクト」を設立する。ITP の研究開発ポートフォリオにおいて「大いなる挑戦的課題」を強調することにより、資本の生産性のみならずエネルギー面、環境面、そして経済的に相当量の成果をもたらし得るような少数の高価値のプロジェクトが誕生することが期待されている。

4) 調和のとれたポートフォリオの導入

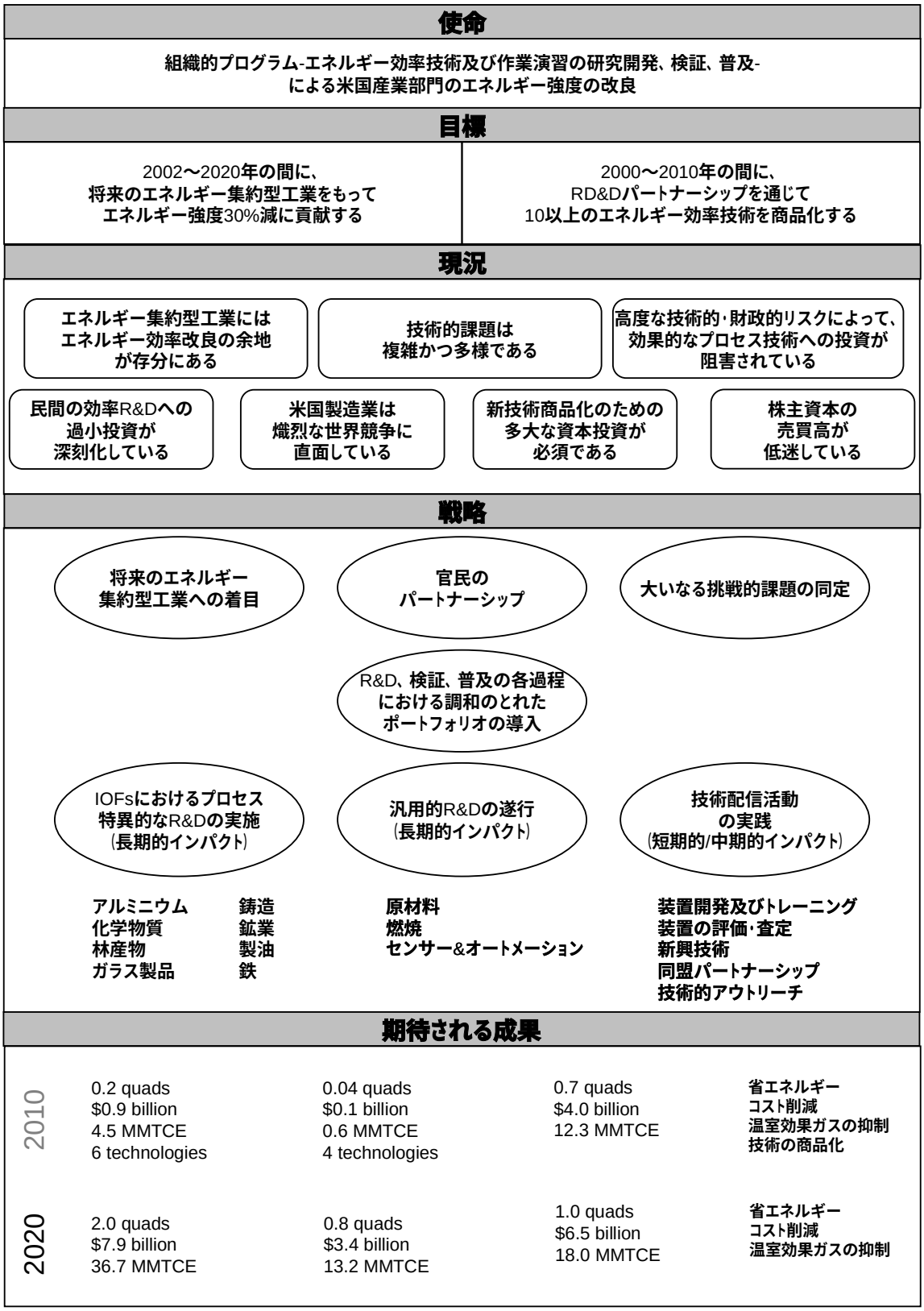
ITP プログラムは、技術開発サイクルにおいて産業界が必要とする課題を解決するため、確固たるポートフォリオを開発、運営、実行する。研究開発の段階では特にハイリスク・ハイリターンな課題の解決が ITP プログラムの中核を成し、リスクと時間枠が考慮されつつプログラムが関与する度合いが調整される。中期的パイロットおよびデモンストレーションの段階においては、技術による便益の検証・確認作業が行われ、新規技術の商業化及び短期的な適用が促される。エネルギー効率向上の技術及び実践の普及は、多様な情報媒体及び技術の配信を通して達成される。こうした活動により、産業界は新規の技術の恩恵を享受する。

5) 長期的なエネルギー効率向上のためのプロセス特異的 R&D 及び汎用性の高い R&D の遂行

ITP の長期的戦略は、ハイリスク・ハイバリューな研究開発に投資を行うことにより、経済的生産性や成長を刺激しつつ製造段階のエネルギー要求量を削減することである。ITP は特に、公的な便益をもたらすのが明確であるにも関わらず、市場の障壁があることにより適切な投資が民間により行われない種類の技術と実践に対して投資を行う。効率を向上させる重要な機会は、プロセス特異的なエネルギーシステム及び、汎用性の高いエネルギーシステムにおいて見受けられる。

6) 短・中期的にエネルギー効率を向上させるための技術の配信活動

産業界は既成の技術とエネルギーマネジメント方法を利用することにより莫大なエネルギー (今年の場合 200 兆 British thermal unit/year) を節約できる。ITP は最高のエネルギー節約技術とその実践を短期的に産業界全体に普及させるために、技術アシスタント活動を行っている。こうした活動としては、プラントアセスメントやツールの開発・訓練、情報と技術の宣伝、ショーケースデモンストレーション等が挙げられる。また、可能な限り多くのプラントに普及させるために ITP は「複製 (*replication*)」戦略も併用している。



出典：EERE (2003), p.3 を訳出

図 3.4.-2 産業技術プログラムの戦略概要

⑵ 業績指標

2005 年に実施された PART による本プログラムの評価においては、2 つのアウトプット指標及び 1 つのアウトカム指標について、その達成状況が検討されている。

1) アウトプット指標
①産業プロセスもしくは製品のエネルギー効率を少なくとも 10%改善する商品化された技術の数

②プラント・ワイド・アセスメント (plant-wide assessments) や施設監査 (facility audits)、訓練活動等のテクニカルな支援活動による兆英サーマルユニット[3] (trillions of British thermal units: tBtus) 単位でのエネルギー節約の見積り

2) アウトカム指標
①エネルギー集約度の高い 8 産業におけるエネルギー集約度 (消費エネルギー／製品出荷価格) の減少率

表 3.4.-11 アウトカム指標①

年度	ターゲット	現状
2002	ベースライン	0%
2003	1.2%	1.2%
2004	2.4%	2.4%
2005	3.7%	3.7%
2006	4.8%	
2007	6.0%	
2010	9.4%	
2015	14.9%	
2020	20%	

1.2.3. エネルギー省「生物及び環境研究プログラム」

⑴ プログラムの概要

DOE の生物及び環境研究プログラム (Biological and Environmental Research Program) は、「研究開発プログラム」、「競争的助成プログラム」及び「固定資産・サービス調達プログラム」に属するプログラムである。このプログラムのミッションは、エネルギーの生産、開発及び利用の改善を通じて、国家の安全を促進する環境及び生物医学的知識を発展させること、また、国際的な科学のリーダーシップに貢献することである。プログラムのゴールは、環境を清浄し保護するために必要な生物学的及び環境学的発見を提供すること、新たなエネルギー代替物を提供すること、人類の健康を改善するための医療の性質を根本的に変えることである。これは、以下の目標に示したような生物科学と環境科学の広範な領域にまたがる基礎研究を支援するものである。

本プログラムの目的 (Objectives) は次の通りである。

① ライフサイエンス：国家のエネルギー及び環境面の挑戦における解決のためにゲノミクス及び微生物システムの力を開拓する。
② 気候変動研究：地球の変動する気候の謎を解明し、我々の現存する惑星を保護する。
③ 環境改善：環境改善に向けた新たな解決のため、汚染領域の複雑な物理、化学、生物学的側面を理解する。

[3] 1pound の水の温度を 1° F 上昇させるに要する熱量。1tBtus は、石油 166,000 バーレルのエネルギーに相当。

④ メディカルサイエンス：健康及び医療の応用のための画期的な技術を提供するために物理及びライフサイエンスの見解の一致するところを修得する。

⑵ 業績指標

2003 年に実施された PART による本プログラムの評価においては、アウトプット指標及びアウトカム指標について、それぞれ 3 つずつ設定されている。

1) アウトプット指標

①DNA 塩基配列決定法（DNA sequencing）の割合の増加－年に生産される高品質の DNA 微生物及びモデル生物ゲノムの配列の base pairs の数

表 3.4.-12 アウトプット指標

年度	ターゲット	現状
2001	>4	5.8
2002	>10	12.7
2003	>14	18
2004	>20	25
2005	>28	33.61
2006	>30	
2007	>50	

②気候モデルの改善－相互作用的な炭素及び硫黄サイクルの連結モデルを開発する。同様に、地表や海洋、炭素サイクルと気候の相互作用によるエアロゾル効果や炭素の化学的性質、炭素の隔離のシミュレーションを可能になるように動的な植生のモデルを開発する。

表 3.4.-13 アウトプット指標

年度	ターゲット	現状
2001	Consistency	Consistency
2002	Resolution	Resolution
2003	新たなモデル	新たなモデル
2004	テストベッド	テストベッド
2005	5 Yr Sim, 3 サブモデル	4 Yr sim, 3 サブモデル
2006	Validate cloud sims	
2007	雲をパラメータ化する	

③野外環境における実験室結果の拡張性の決定－地下環境における金属減少の実際の in situ rates を決定し、これらの rates を記述し予測するための数値モデルの開発を始める。

表 3.4.-14 アウトプット指標

年度	ターゲット	現状
2002	Sequence	Sequence
2003	Identify	Identify
2004	モデリング	モデリング
2005	Bioremediation test	Bioremediation test
2006	Preditive model	
2007	Quantify processes	

2) アウトカム指標

①ライフサイエンス－微生物のタンパク質をかなり含む多タンパク質の複雑性の特徴付けにおける進捗度及び DOE ミッションが求める微生物コミュニティの利用及びデザインを方向付けるための計算モデル開発の進捗度。独立したエキスパート･パネルは 3 年ごとを原則としてレビューと rate progress(excellent, good, fair, poor)を実施する。

表 3.4.-15 アウトカム指標①

年度	ターゲット	現状
2006	Excellent	
2009	Excellent	
2012	Excellent	
2015	Successful	

②気候変動研究－政策立案者に温室効果ガスの安全レベルを決定させるための改善した気候データ及びモデルを提供する進捗度。及び 2013 年までに、最近の数十年のデータを用いて亜大陸スケールでの観測された温度とモデル･シミュレーションの違いを大幅に減らす。独立したエキスパート･パネルは 3 年ごとを原則としてレビューと rate progress(excellent, good, fair, poor)を実施する。

表 3.4.-16 アウトカム指標②

年度	ターゲット	現状
2006	Excellent	
2009	Excellent	
2012	Excellent	
2015	Successful	

③環境改善－DOE の汚染サイトの清浄化と長期のモニタリングのための科学ベースの解決法を開発する進捗度。及び 2013 年までに、DOE の長期の管理サイトでの先進的な生物学ベースの洗浄化方法及び科学ベースのモニタリング方法を採用する。

表 3.4.-17 アウトカム指標③

年度	ターゲット	現状
2006	Excellent	
2009	Excellent	
2012	Excellent	
2015	Successful	

1.2.4. 国立衛生研究所「委託研究プログラム (Extramural Research Program)」

(1) プログラムの概要

国立衛生研究所 (NIH) が所掌する「委託研究プログラム(Extramural Research Program)」は、研究開発プログラムに位置付けられるプログラムである。グラントや委託、共同協定により研究をサポートする。基礎研究や研究装置、動物資源、標本･組織の収納庫、アーリーステージの臨床的試行を含む様々な研究領域に資金提供できるようにメリットベースのピアレビュー･プロセスを用いている。

(2) 業績指標

2004 年に実施された PART による本プログラムの評価においては、アウトカム指標のみ 5 つが設定されている。

①2006 年までに、聴覚に障害がある人々が雑音の多い環境下でもスピーチをよりよく理解できるように、低電力で高指向性のヒアリングを助けるマイクロフォンにおいて 1 つ以上のプロトタイプを開発する。

表 3.4.-18 アウトカム指標

年度	ターゲット	現状
2003	Design test device	Cmpltd design/test
2004	Sound output	Electronic signal
2005	Small ear device	Achieved
2006	Device in hrg aide	On track

②2006 年までに、ナノテクノロジー･ベースの構成要素を統合して特定のバイオマーカーを発見できるシステムにし、癌の早期発見、究極的には癌の先取りへの新たなアプローチのためのコンセプトの裏付けを打ち立てる。

表 3.4.-19 アウトカム指標

年度	ターゲット	現状
2003	Select nano tech	Achieved
2004	1 core lab	Created lab
2005	Platform tech	Common platform tech
2006	Achieve goal	On track

③2009 年までに、新たな投薬の発見に用いられる化学ライブラリーを創造し、分析し、活用するために用いられる可能な方法を広げる。特に、新たな薬の出発点となる 10 の新しい独特な化学的構造を発見するために化学ライブラリーを用いる。

表 3.4.-20 アウトカム指標

年度	ターゲット	現状
2003	Add 2 centers	Created 2 centers
2004	6 methods	10 methods
2005	Therapeutic comp	Achieved
2006	Sm molecule repos	On track
2007	Prediction models	On track
2008	4 unique chemical	On track
2009	Achieve goal	On track

④2011 年までに、タイプ2の糖尿病あるいは慢性の腎臓病を抱える患者の心臓血管の疾病率/死亡率を減らすために少なくとも 3 つの新たな治療戦略の効果を評価する。

表 3.4.-21 アウトカム指標

年度	ターゲット	現状
2003	Eff glycemic cntrl	Mng sugar- benefit
2004	Recruit-Look Ahead	Recruitment exceeded
2005	Recruit-ACCORD	Recruitment exceeded
2006	Wt loss impact CVD	On track
2007	90% recruit-FAVORIT	On track
2008	Cmplt Phase II trial	On track
2009	Revascular-mortality	On track
2010	CV intervention test	On track
2011	Achieve goal	On track

⑤2013 年までに、アルツハイマー病の進行を遅らせ、発現を遅らせ、病気自体を防ぐ、少なくとも１つの臨床的診療を特定する。

表 3.4.-22 アウトカム指標

年度	ターゲット	現状
2003	Simvastiatin trial	Cmpltd-CLASP study
2004	Facilitate drug disc	Expedite drug discov
2005	Eval neuroimaging te	Launched initiative
2006	Genetic initiative	On track
2007	Molecular leads	On track
2008	Drug targets	On track
2009	Pilot interventions	On track
2010	Id promising markers	On track
2011	Initiate Trials	On track
2012	Id next compunds	On track

1.2.5. 全米科学財団「ナノスケール科学･工学研究プログラム」

(1) プログラムの概要

全米科学財団 (NSF) が所掌する「ナノスケール科学･工学研究プログラム」は、「研究開発プログラム」、「競争的助成プログラム」及び「固定資産･サービス調達プログラム」に属するプログラムである。プログラムのゴールは、基盤的な研究をサポートし、ナノスケールの科学技術の萌芽的な領域における相乗的な科学･工学の研究及び教育を触媒することである。領域としては次を含む：ナノスケールでのバイオシステム、ナノスケール構造、今までにない現象、量子制御；デバイス及びシステム･アーキテクチャー；デザイン･ツールとナノシステムの特定のソフトウェア；環境におけるナノスケール･プロセス；ナノスケールでのマルチスケール、マルチ現象のモデリング、シミュレーション；ナノスケールでの製造プロセス；ナノスケールの科学･工学の社会的な含意に関する研究。

(2) 業績指標

2003 年に実施された PART による本プログラムの評価においては、5 つのアウトプット指標及び 4 つのアウトカム指標について、その達成状況が検討されている。

1) アウトプット指標

①Nanofabrication Users Network/National Nanotechnology Infrastructure Network (NNUN/NNIN)及び Network for Computational Nanotechnology (NCN)サイトをアクセスするユーザの数

表 3.4.-23 アウトプット指標

年度	ターゲット	現状
2001	-	1,300
2002	-	1,700
2003	-	3,000
2004	4,000	6,350
2005	4,000	12,262
2006	12,500	
2007		

②インフラを構成するノードの数

表 3.4.-24 アウトプット指標

年度	ターゲット	現状
2001	-	5
2002	-	5
2003	-	12
2004	12	20
2005	12	20
2006	20	
2007		

③少なくとも一人の女性が PI あるいは Co-PI であるプロポーザルの割合

表 3.4.-25 アウトプット指標

年度	ターゲット	現状
2001	-	25%
2002	-	25%
2003	-	22%
2004	25%	26%
2005	25%	31%
2006	25%	

④少なくとも一人の少数民族が PI あるいは Co-PI であるプロポーザルの割合

表 3.4.-26 アウトプット指標

年度	ターゲット	現状
2001	-	10%
2002	-	10%
2003	-	13%
2004	13%	12%
2005	13%	12.9%

⑤複数の代表者が提案しているプロポーザルの割合

表 3.4.-27 アウトプット指標

年度	ターゲット	現状
2001	-	75%
2002	-	75%
2003	-	73%
2004	75%	80%
2005	75%	84%

2) アウトカム指標

①他の学術分野にインパクトを与える、基盤的なナノテクノロジーの知識を進展させる幅広いベースの学際的な研究コミュニティに責任があるプログラムの外部専門家による定性的な評価

②研究インフラが主な発見を可能にするよう適しているかを判断する外部諮問委員会

③外部専門家により定性的に評価された功を奏する人員の展開

④外部専門家により定性的に評価された、社会の履歴のために次の産業革命を可能とさせるナノスケールでの事柄のシステマティックなコントロールのための知識基盤の功を奏する展開

■2. イギリス

イギリスについて、ここでは、科学技術庁 OST の報告書「PSA target metrics for UK research base」の事例をとりあげる。

OST は、2006 年 4 月から科学イノベーション庁 OSI に呼称が変更にされる予定である。OSI は行政組織上 DTI に包摂されているが、DTI の他の部門から‘フェンスで囲われた’特殊な位置付けとなっている。その意味は、たて系列については DTI から独立で OSI の長官が直接科学技術担当国務大臣や総理大臣に報告できるが、横系列としては DTI の他部門からの横串で貫かれている。OSI は科学イノベーション行政を統括し、リサーチカウンシル Research Councils を配下に置いている。

標記の報告書は OSI のパフォーマンスを国際比較の観点から計量分析したものであり、Evidence 社に委託し年次的に更新されている。主としてトムソン社 Thomson の ISI 情報を科学計量学の手法を用い数量的に分析し指標化してある。指標は 7 種類のカテゴリから成るがその中にアウトカム指標がある。報告書にはその定義は記載されていないが、被引用度を主体にし、研究成果の質的側面を指標化しようとしている。

⑴ アウトプット指標

アウトプット指標としては、次の 3 つが設定されている。

表 3.4.-28 Evidence 社によるアウトプット指標

コード	指標
2.01	OECD 諸国における PhD の数及びシェア (Number and share of OECD PhD awards) コンペティターとの比較による増加数と増加割合 (Increased count and increased share by comparison with competitors)
2.02	人口一人当たりの PhD 数 (PhD awarded per head of population) 増加率 (Increased ratio)
2.03	世界における文献数及びシェア (Number and share of world publications) コンペティターとの比較による増加数と増加割合 (Increased count and increased share by comparison with competitors)

⑵ アウトカム指標

アウトカム指標については、次の 11 が設定されている。

表 3.4.-29 Evidence 社によるアウトカム指標

コード	指標
3.01	被引用回数と占有率 (Number and share of world citations) コンペティターとの比較による増加数と増加割合 (Increased count and increased share by comparison with competitors)
3.02	主要 9 研究分野における被引用回数と占有率 (Number and share of world citations in nine main research fields) 国内における増加数と増加割合 (Increased national count and share)
3.03	9 分野別の被引用回数の占有率のランク (Rank of share of world citations by nine research fields) More frequent presence in top three among fields
3.04	文献の占有率に対する被引用回数の占有率 (Share of citation relative to share of publications) Increase in citation share compared to share of papers within field
3.05	非引用文献数及び占有率 (Number and share of uncited publications) Decrease in ratio of uncited to total sources
3.06	被引用文献数と占有率 (Number and share of cited publications) Increase in ratio of cited to total sources
3.07	被引用件数上位 1%の文献数及び占有率 (Number and share of publications in top 1% by citation count) Increase in share
3.08	ベースラインに対するサイテーション･インパクト (被引用数／論文数) (Citation impact Citation impact (citations/publication) relative to world baselines) Increased national impact
3.09	主要 9 研究分野におけるベースラインに対するサイテーション･インパクト (被引用数／論文数)

	(Citation impact relative to world baselines in nine main research fields) Increased impact in main research fields
3.10	研究の強度についての多様性と一貫性 (Variety and consistency of research strength) Reduced ratio between variance and average. Maximised ratio of average/variance .
3.11	科目横断的にみた研究トレーニングと研究の質の関係 (Relationship between distribution of research training across subjects and research quality) Improved match in distribution; improved research training power (product of volume and quality)

■3. ドイツ

ここでは、ドイツ科学評議会が 2004 年 11 月にまとめた「高等教育及び研究システムに関するランキングについての勧告その 1:研究」をもとに、ドイツにおける実績概念についてまとめる。

ドイツでは、アメリカやイギリスで見られるような実績区分の概念規定は、少なくとも一般的には使用されておらず、行政機関が共有する実績の区分概念はない。

表 3.4.-30 ドイツ科学評議会による研究プロファイル要素の評価基準への割り当て

業績の側面	評価基準	研究プロファイルにおける評価の基礎
研究面	基準 1:質	研究のアウトプット
		第三者機関からのファンディング
		科学共同プロジェクト
		(利用可能なら) 相対被引用度及び高被引用文献の割合
	基準 2:インパクト	質によってウェイト付けされた出版物の数 Quality-weighted publication figures
		(利用可能なら) 主要な国際会議におけるプレゼンテーション
		(利用可能なら) absolute citation counts, impact-weighted publication counts
	基準 3:効率性	Numerator: 質によってウェイト付けされた出版物の数
		Denominator: 研究者の数
		第三者のファンディングを含むリソースの投入
若手研究者の奨励面	基準 4:若手研究者の奨励プロセス	構成された博士課程のプログラム、博士課程の研究期間のメディアン
		対外的にファンドされるフェローシップ
		独立した若手の研究グループの数
	基準 5:成功した若手研究者の奨励	博士課程の学生やポスドクのその後のキャリア
知識移転面	基準 6:関連性	研究のアウトプット
		共同プロジェクト
	基準 7:民間における活用	産業界からのファンド
		知的財産権、ライセンス
		スタートアップ
		共同プロジェクト
	基準 8:継続的教育の促進	研修や追加的な更なる研修手段の記述
	基準 9:研究ベースのコンサルティング、公衆の科学及び人間性理解への貢献	研究ベースのコンサルティング・サービスや科学コミュニケーション活動の記述

■参考文献

- DOE Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, “Wind Energy Multi Year Program Plan for 2005-2010,” 2004.11
  http://www.nrel.gov/wind_meetings/2003_imp_meeting/pdfs/wind_prog_mypp_15Nov2004.pdf
- Office of Management and Budget, “Guide to the Program Assessment Rating Tool (PART),” 2006.3.
  http://www.whitehouse.gov/OMB/part/2006_part_guidance.pdf

1. 調査研究の詳細

1.3. 適用事例の紹介

1.3.5. 先端技術プログラム（ATP）における実績の測定

第 1 章で言及したように、米国の国立標準・技術研究所（NIST）の先端技術プログラム（ATP）は、民間企業へ直接研究開発投資を行う、米国においては例外的なプログラムである。したがって、ATP のプログラム評価は、民間企業への研究開発投資が社会一般にどのような成果をもたらしたかについて精査しその公的な実績を把握することが中心となる。ATP ではこれをプログラムの「インパクト」とよぶ。ATP は米国においては例外的であるが、我が国ではむしろこの種のプログラムが多い。

■ 1. ATP における評価の仕組み

1.1. NIST 及び ATP の位置付け

1.1.1. NIST の位置付け

NIST は、米国に存在する国立研究所の中でも例外的な立場にあり、米国民間企業と協力して研究開発を推進していくという役割を担っている。この機関は、National Bureau of Standards として 1901 年に設立され、それ以降、民間企業に対応する形で、測定サービス、規格化・標準化サービスを行い、1988 年に現組織名に改名された。ATP は発足後まもなく 1990 年から評価プログラムの開発を始めた。ATP の実施により、民間企業が先端的な研究開発を行うのに対して、政府から助成を行うという明快な方法が確立されたが、1993 年までは規模が大きく限定されていた。

1993 年のクリントン政権の誕生により、民生部門、民生用の研究開発に力を注ぐ方向性が打ち出され、ATP が民間部門に、より力を入れて研究開発を促進していく絶好の手段であると着眼された。

1.1.2. ATP の位置付け

(1) ATP の目的

ATP の目的は、米国に広範囲な経済的利益をもたらす可能性の高い技術を開発するためのハイリスクな科学技術研究に関して米国産業界に協力することである。経済学や評価に関わる ATP の活動はすべてこの目的を支援するためにのみ行われ、この範囲を超える一般的あるいは基礎的な経済学の研究は助成しない。

ATP はその使命の範囲において、助成している技術開発プロジェクト、究極的にはプログラム全体の短期的および長期的影響力を増大させ、かつそれを測定するための評価をすることに努めており、その一環として専任エコノミストの他に大学やコンサルティング企業のエコノミストその他の評価の専門家の協力を仰いでいる。これら外部専門家は、企画、評価方法の開発、モデル、データベース、調査の実施、事例研究、統計的・経済的分析、その他能力強化に有効で評価法の質と信頼性の向上に寄与する研究の面で協力している。

(2) ATP の対象範囲

ATP はその助成する研究が広範囲な R&D 分野の経済的評価・実績評価に寄与することを希望し、そのような分野の業績に関心を持つものであるが、ATP の助成による研究の真の目的は ATP の運用および成果に関する理解を増進することである。研究者には、ATP に関する十分な知識を有し、評価主題が ATP に直接影響力を持つことを理解し、自らの研究が ATP に対して持つ意味をある程度詳細に把握することが期待される。ATP の助成による研究が成功した場合、評価の現状を一歩進めて、査読制度を有する雑誌に発表し得る論文を作成するという研究者自身の関心を満足させると同時に、評価手段の改善、業績評価の信頼性の向上という ATP の要求をも満たすことが期待される。これにより得られた成果は、ATP

の理事者、方針決定者、広範囲の R&D 関係者、経済界、さらには業績評価に関心を持つすべての人々に有益なものとなるであろう。

(3)ATP の使命との整合性

研究計画あるいはプロジェクトの評価に際しては、その使命ないし目標を理解し、それに応じた評価方法を用いることが重要である。したがって評価研究を提案する者には、ATP の使命を十分に理解することが強く求められる。さらに特定のプロジェクト(群)に関する事例研究を行う研究者は、それらの特定の目的を十分に検討すべきである。

(4)ATP の使命

ATP は 1988 年の技術競争力法(Technology Competitiveness Act)[1]基づいて創設され、1990 年度から予算割当てを受けている。ATP 設置に関する法令によれば、同プログラムは特に「米国企業が (1)科学技術上の有意義な発見を迅速に実用化し、(2)製造技術を改善するために必要とする一般的な技術研究を遂行することを支援する」ために設立されたものであり、また更に「装置およびプロセスのプロトタイプの開発・試験のための技術実証共同プロジェクトを含む民間主導の共同研究開発事業を支援する」ことが要求され、「リスクが大きく、しかも広く工業的に利用される可能性のあるプロジェクトを支援する」ことが強調されている。法令はこれに加えて「同プログラムが米国および米国企業の競争上の地位を向上させることを主眼とし、経済的潜在力の大きい発明や技術を優先し、かつ特定企業を不当に利することを避ける」ことを要求している。

同プログラムは、その実施のために制定された ATP 実施細則[2]その他の関連文書によって更に定義されている。同細則は ATP の助成を受ける技術は「広範囲な応用可能性を持ち将来の実用技術の重要な基礎を形成する」ことにおいて「進歩性のある(enabling)」ものであること、「実現によって米国経済に大きな利益をもたらす点で高価値である」ことが必要であるとしている。最近の ATP 説明文書には「進歩性ある技術」が「ATP 補助金受給者の枠を超えて広範な国民的規模の利益を誘導する経済的・技術的機会を作り出す可能性」によって定義され、また「先駆的技術(pathbreaking technology)、インフラストラクチャー的技術、または多用途技術」であると説明されている[3]。先駆的技術とは既存分野に革命的な変化をもたらす、あるいは新しい領域を開拓する技術であり、インフラストラクチャー的技術とはあらゆる産業の研究開発・生産・事業展開を支援する技術であり、多用途技術とは多数の異なった用途を持つ技術であると説明される[4]。また ATP においてハイリスクな技術とは「成功の確実性は不透明であると一般に認められているが、もし成功すれば技術やその市場効果の方向性に劇的な変化をもたらすと考えられる」ような技術をいう[5]。ATP は科学的・技術的に困難を伴うという意味でハイリスクな研究の支援に限定されるとはいえ、他の条件が等しければ事業上のリスクの少ないことが評価されることに注意する必要がある。

要約すれば、ATP は産業界との協力により、米国企業の生産性と競争力を顕著に向上させ、国家的な経済利益を上げる可能性のある、ハイリスクでかつ進歩性ある技術を創出し迅速に実用化することを目的とする。補助金の直接受給者の範囲を超えた広範な利益を目標とすることから、ATP はその助成する技術が大きな波及効果を持つことの重要性を強調している。

(5)ATP と産業界の協力の概況

ATP 型の産官共同による高度技術開発においては産業界が主導的な地位にある。すなわち、研究プロジェクトを構想・提案し、実施し、さらに続いて実用化を進めるのは産業界である。ATP は提出された技術開発計画案を、厳しい競争条件下での技術的・企業的・経済的メリットの面から評価し[6]、評点の高いプロジェクトを助成し、その全期間にわたって技術的・事業的両面での進展を監視する。企業側の希望により、ATP プロジェクト管理者は適切と判断されれば可能な限り、成功のために必要な技術的問題点を解決するため NIST の研究室による支援あるいは特定の実験設備の利用を仲介する。し

---

[1] 多面的通商および競争力法(Omnibus Trade and Competitiveness Act)、1988 年(P. L. 100-418, 15 U.S.C. 278n)(技術優位法 (American Technology Preeminence Act)、1991 年(P.L. 102-245)により改正)

[2] 15 Code of Federal Regulations, Part 295, Subpart A, Sec. 295.

[3] 1996 年 ATP 入札者会議資料

[4] 同上

[5] 同上

[6] 応募の指針および選定基準は ATP 出願書類に示されており、定期的に改訂される。1996 年 10 月現在では 1994 年 11 月付書類および 1996 年5月付補遺が使用されている。

たがって ATP による助成は資金のみならず科学技術面でも行われているわけである。

資金援助は政府と産業界の共同研究協定により、「許容可能なコスト」すなわち製品開発コストを含まない、研究費のみを政府が一部負担する形で行われる。この協定は政府に対して、単なる補助金(grants)の場合よりも一層積極的な行為を要求する。また政府がプロジェクトの成果の購入者でない点で通常の契約とも異なる。ATP では技術開発プロジェクトに対しては補助金(grants)や契約の形は通常適用されない。ATPから企業への支払は4半期ごとに経費補償金として行われる。受給企業側も ATP 側も随時プロジェクトを打ち切る権利を有する。

ATP の技術開発提案公募には、一社単独でも共同開発事業としても応募することができる。一社単独の計画に対する助成には最大で 200 万ドル、3 年間の制限がある。共同開発の場合には助成額の上限はなく、期間は最長 5 年である。一社で受給するときは間接費の全額と直接費の一部を自己負担しなければならない。共同開発の場合には、プロジェクトの総費用の半額以上を企業側が負担しなければならない。

共同開発事業には、コスト分担に応じられる営利企業が少なくとも 2 社参加していなければならない。3 社以上が参加する計画も少なくない。応募企業は自らの裁量で他企業・大学・非営利研究機関・団体などをプロジェクトに参加させることができ、それらの地位も共同開発の正式参加メンバー、非公式の協力者、下請のいずれでもよく、下請の場合は共同事業でも個別契約でもよい。

ATP は従来から全米科学財団(NSF)が行っているような基礎研究の助成を行うものではない。また国防省やエネルギー省のような目的指向型応用研究の調達元でもない。ATP が助成するのは研究であって製品開発ではない。ATP の活動領域は基礎研究と製品開発の中間にある。

ATP の重点は民生用技術にあり、軍事技術にはない。ATP がその助成した技術開発プロジェクトの成果の購入者となることは通常はなく、最終的な工業的成果は市場における需給関係によって決まる。ATP は審査の過程において、将来の実用化に関する応募者の主張に注目し、提示された上市までの道筋の確実さと実用化計画完遂の意志を評価する。企業が研究コストを分担し、かつ自己資金で新技術の実用化開発を行うための動機づけとしては、将来の利益が見込まれることで十分と考えるが、最終的に採択されるのは社会的(国民的)還元率が企業レベルでの投資利益率より十分高く、かつ民間のみでは実施の可能性がないか、あるいは少なくともそのような社会的利益の可能性を実現するために必要な時間や規模では実施される見込みのない計画のみである。

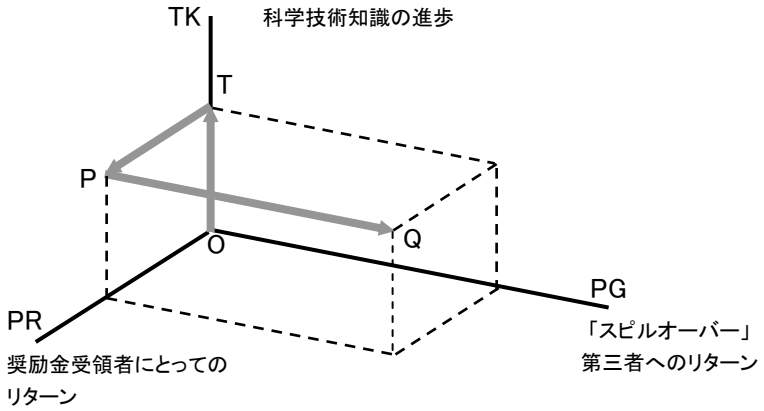
私企業における投資の意思決定に際しては、研究実施者以外への波及効果は外部からの介入がない限り一般に無視されるため、国家的観点から見て研究開発への投資が不十分になるという、一種の「市場の失敗」が生ずる。また資本市場の不完全性も社会的に望ましいレベルの研究投資がなされない原因となることがある。ATP はこのような研究開発における市場の失敗を克服するための国家的政策の一つであり、ATP の成功は長期的にはその介入のない場合に比べて大きい社会的純利益をもたらすであろう。

(6) ATP の三次元モデル[7]

ATP の主要な特徴を表すものとして J.-C. Spender の三次元モデルがある(Spender, The Three Dimensional Model of the Advanced Technology Program, NIST 報告書草案、1996 年 10 月)。このモデルは図 3.5.-1 に示すように、ATP の助成による技術開発のもたらす科学技術的知識の増大(ハイリスクの技術的問題を克服することによって得られる)を O-TK 軸で、ATP プロジェクト参加者が投資に対して得る利益を O-PR 軸で示し、さらに改善された製品またはサービスをその価値の増加に完全には相当しない価格で購入することによる消費者の利益、または ATP プロジェクトで得られた知識を利用することにより、その知識の生成に見合う対価以下で更に経済的利益を得ることなどの、他者に対する波及効果を O-PG 軸で示すものである。下図においてベクトル OTPQ は、ハイリスクの技術的目標が達成され、企業の利益が得られ、かつ利益の波及効果がある、完全に成功したATPプロジェクトを示している。ATPは最新技術を追究すること、研究が米国企業によってなされること、および利益に一般性があることを制約条件として、社会的利益(ここでは国益)を極大化しようとするものである。ATP関係者の用語で言えば、その助成するプロジェクトはすべて「Q 点への旅」を企てるものである。ATPは国民の経済的利益を増大させ得るような進歩性のある技術の開発を促進することで、政府の役割を一層合理的・効率的なもの

[7] ATP の三次元モデルは J.-C. Spender 教授の開発になるもので、同教授の発表予定の報告書に説明されている。

にしようとするモデルであり、そこでは政府は命令するよりも困難を軽減するための存在であり、職務遂行のために官僚機構よりも民間の資源とノウハウを活用する。



注：J.-C. Spender の未発表報告書による。

図 3.5.-1 ATP の 3 つの次元に対して設計された ATP の評価プログラム

ATP の目的は個々の次元の極大化ではなく Q 点の極大化であるから、各次元の測定を他の次元から切り離して考えることはできない。たとえばプロジェクトの選定にあたって科学的・技術的知識の増進のみを目的としてはならず、最新技術を追究すると同時に他の 2 つの次元をも満足するようなプロジェクトを選定しなければならない。したがって、プロジェクトが国家的規模での科学的・技術的知識の増進に寄与する程度を測定することはプログラム評価の一つの目標ではあるが、その結果は他の次元を考慮して解釈することが必要である。すなわち、助成受給者が研究の結果得られた技術の実用化を推進する可能性がどの程度であるか、プロジェクト実施企業に占有されない全国民的な波及効果がどの程度見込めるかを考慮しなければならない。また受給者が技術的ノウハウを製品・プロセス・サービスに具体化する程度と速度を主眼とするならば、技術革新の程度と知的所有権問題を考慮に入れる必要があり、同様に波及効果に主として注目する場合も企業自体の利益を考慮しなければならない。さらに、いずれの場合も ATP が存在しなかった場合に想定されるレベルがどの程度であるかを考えることが不可欠である。このように、ATP はいずれの次元をもそれのみで最終目標あるいは評価対象としてはならず、評価の中心課題は Q 値のレベルを測定することである。しかし言うまでもなくこれは複雑で極めて困難な課題であり、この目標には段階的な接近を図るほかはない。

これら 3 つの次元は互いに制約条件として働くだけでなく、相互に動的な因果関係、緊張関係を持ち、しかもそれは時間的に変化する。たとえば技術革新を追究するようなプロジェクトでは、実用化の目標に到達するのに平均以上の困難があるかもしれない。実用化が適切な時期に実現しなければ、見込まれていた波及効果のほとんどがすべて無に帰することもあろう。技術的目標を達成するために必要な人材は企業的・経営的目標の達成に必要な人材と同じではないであろうし、技術革新から生ずる波及効果の大小は業種によって、またその特性によって異なるであろう。技術の知的所有権にかかわる複雑な問題が実用化の障害となると同時に、波及効果の面では有利に働くことも考えられる。要するに、プロジェクトの進展、段階の変化する時点、影響の広がるパターンや速度、それらの背景にある因果関係など、プログラムの成果を決める要因の相互関係には未解明の部分が多いのである。

理想的には、プログラムの長期的な影響を測定する最終的な尺度には、研究投資に対する企業の利益率、社会的な利益率、および社会的利益率のうち ATP に由来する部分である「公共利益率」が含まれることになるであろう。しかし現実には、提案される評価研究のいずれも問題の全体を一度に取り上げるのでなく、一部のみを追究するものであろうと思われ、採択されるプロジェクトも 3 つの次元の一つのみを扱い、あるいはプロジェクトの進展、段階の変化する時点、影響の広がるパターンなどの一部の観点のみを取り上げたものになる可能性がある。

(7) ATP の評価戦略

評価結果の短期的な要求は強いが、現実にはプログラムの長期的な結果を経験的に評価するには時間が必要である。このため ATP では時間依存的・多面的な評価戦略を採用している。この戦略により、これまでに (1)プログラムの長期的目標への接近状況を評価する短期的な指標の使用、(2)プロジェクトの進捗状況の記述、(3)プロジェクト(群)の事例研究、(4)現実の影響が現れる前に行う予測(予測に伴う大きな不確実性による限界を考慮する)、(5)企業の計画、技術的・事業的進歩の調査、および短期的影響の評価、(6)プロジェクトおよび参加者、技術、応用目的の統計的および説明的記述などが行われている。同時に ATP は長期的評価手段の改善、その実施に不可欠なデータの収集、プロジェクトの選定と評価との間のフィードバックループの構築、およびプログラムの技術的およびマクロ経済的長期目標の達成と特定の業績評価の両面での能力向上・拡大のための他の手段の模索などに努めている。

(8) ATP の現用評価手法

ATP の助成対象プロジェクトの選定は第一に、選定基準に基づく応募プロジェクトのピアレビューによって行われている。その目的は、ATP の使命を達成する可能性の高いプロジェクトを選定することである。時に見逃されることであるが、この段階はプロジェクト評価の一形態でもある。なぜならここでは使命達成に重点を置いて事前の評価を行うのであって、そのための経過的実績を測定するのではないからである。この初期段階においては、学識経験者である評価者は、自らの知識と判断力により、公表されている選定基準に基づいて研究提案を評価し、図 3.5.-1 に示した Q 値をできるだけ高くする可能性の強い研究を選定することが求められる。ピアレビューアとなるのは科学者、技術者、ビジネスマン、エコノミストなどで、必ず機密保持および利害衝突に関する規定の遵守を署名により誓約することとなっている。

業績評価の結果は必要に応じて、将来のプロジェクト選定に資するため、ピアレビューアにフィードバックすることができる。このためにはプロジェクトないしその提案者の属性と、波及効果の大小を左右することが知られている要因とを比較することにより、波及効果の評価を一層明確化することが必要であろう[8]。

ATP は助成対象プロジェクトの進捗状況を把握するため、リアルタイムのプロジェクト監視を行い、技術的・事業的・経済的目標との比較を行っている。これもプロジェクト評価の一要素であるが、そのことも屡々見逃されている。これは一つにはプロジェクト監視の業務がプロジェクト管理のための活動を包含していること、また一つにはこの過程では評価に必要な情報の一部しか得られないことによるものであろう。しかしプロジェクトの監視は ATP 職員が研究実施機関と接触し、プロジェクトの特に技術的側面を詳細に知る機会となるものであるから、評価のためにも重要である。プロジェクト監視担当者はこのような知見を持っているため、プロジェクト評価の事例研究において情報提供者となることが多い[9]。

データの収集と分析は、プロジェクトの進捗を追跡し、全体のポートフォリオを統計的に把握し、結果を評価し、最終的には長期的効果の測定に寄与することを目標に行われる。データは主に第三者による調査、ATP の特定研究、ATP 内部の業務報告システムなどから得られる。

ATP 助成対象プロジェクトおよび関連プロジェクト群の事例研究は、プロジェクトのサイクルの種々の段階に対して行われており、進捗状況を把握すること、企業レベルでの短期ないし中期的影響を測定すること、また時としては全国的影響の予測に際してマクロ経済モデルとの整合を図ることを目的とする。

ATP プロジェクト参加者に対する調査は短期的な結果、特に事業に関連のある進展の初期段階の統計的把握を目的とし、また参加者の ATP との共同作業に対する満足度を知る機会ともなっている。

計量経済学その他の統計的手段による分析法は、波及効果のメカニズムなど、背景にある因果関係を探るために利用される。また企業レベルの効果から経済全体への影響を予測するためにマクロ経済モデルが使用されている。

プログラムの知見を深め評価を改善するための枠組みを得るためには、モデリング手法が用いられる。

(9) ATP における実績の区分方式

ATP における実績の区分方式には 2 種類あり、通常の実績内容の区分の他に現象論的に時間軸に沿った区分概念も

---

[8] たとえば最近の報告 Adam Jaffe, Economic Analysis of Research Spillovers; Implications for the Advanced Technology Program, Draft Report, October 1996. は、提案されたプロジェクトの波及効果の可能性を ATP が評価する際に参考となるものと考えられる。

[9] ATP はこの管理機能に対してディスクリプタ "Project Manager" を使用している。

用いられている。詳しくは以下のようになっている。

これらの定義は、ATP のミッションを踏まえ、概ねいわゆるシーズプッシュ型のイノベーションモデルを枠組みとしている。「アウトプット」は研究成果であり、「アウトカム」はその結果としてもたらされた成果物・新たなプロセス・サービスである。そして「インパクト」は産業・社会・経済への長期的な効果である。また、時間軸に沿う区分では、時間経過と共に生起する典型的な事例を代表例としてあげることによってイメージアップを図っている。「短期」はインプットとアウトプットに関係していて、プロジェクトが目指すゴールに係る企業の能力、たとえば研究の共同体制・新規雇用者・プロジェクト終了後の企業の経済的継続能力・ATP 関係者の専従時間である。「中期」はアウトプットに関係していて、新たな成果物やプロセスあるいは新たに改善されたそれら・新たに形成された研究契約・生み出された特許/出版物/受託。「長期」はアウトカムとインパクトに関係していて、他の応用領域への技術のスピルオーバと最終的な社会的インパクトである。これらは一般に技術の利用者や消費者に便益をもたらすと考えられる。

ATP では上記の内容を把握するために、内部に設置されたプロジェクト運営委員会と経済性評価室が以下のような手順で情報収集を図っている。4 半期毎・年度毎に実施者に対するモニタリングと、終了後 6 年間にわたる事業報告さらには終了後 5 年目と 10 年目に課せられる進行状況報告書等である。

1.2. ATP のプログラム評価

1.2.1. ATP の評価アプローチ

ATP は、内部評価あるいは、外部評価者のどちらか一方に頼ることによる弊害を避けようと努めてきた。ATP は組織の内部に、評価活動の計画策定や、指導、監督を担う中心的なグループを設立した。このグループは、評価とプログラム運営の両方に必要となるデータベースを構築・維持し、また、内部で実施した方が効果的な調査を受け持っている。

さらに、ATP は、評価を実施するために外部の評価者と契約している。特に、全米経済研究所（NBER）とは、早くから連携し、主要な評価が得られるように保証している。また、NBER は、異なるレベルで、調査の独立した審査を実施している。プロポーザルの審査に関しては、外部パネルを形成している。ATP は、定期的に、著名な評価者を集めて円卓会議を開催し、計画されている研究や終了した研究に関しての発表を聞き、コメントを受け取っている。加えて、外部の評価者にも審査を受ける。また、会計監査局（GAO）や、監査室（Office of Inspector General:OIG）、全米科学アカデミーなど、他のプログラム評価者とも協力して、評価に必要な資料や、調査結果を提供している。

このように、内部評価と、外部評価者からの支援を組み合わせることにより、ATP の評価の焦点を集中させ、常に、適切で、効率的であるように意図されている。一方で、信頼性を確保し、多様な視点、才能、経験を得ることが図られている。

1.2.2. ポートフォリオ・アプローチに用いられる多様な手法

ATP の評価プログラムが優れていることの一つは、プログラムの効果を測定するために多様な手法を用いる戦略を採ってきたことである。このため、単一の方法に頼ることなく、目的により最適な方法を選ぶことが可能である。このような多面的なアプローチを採用していたが、最初の 10 年間に、ATP は、いくつかの評価手法を他の手法よりも、より重視してきた。評価手法によって、重要視される度合いが異なるのは、ミッションとの関連性や、特定のアウトプットやアウトカムが生まれるまでにかかる時間、また、他の政府機関や立法府から情報請求があったときに対応する必要性などを検討した結果である。図 3.5.-2 は、ATP が用いた多様な評価手法に関して、用いられた時期と頻度を表している。（1990 年から 2000 年の間に 45 の評価活動が実施され、累計で、81 の評価手法が用いられている。図表から、評価の活動が、増加し、多用化してきていることがわかる。

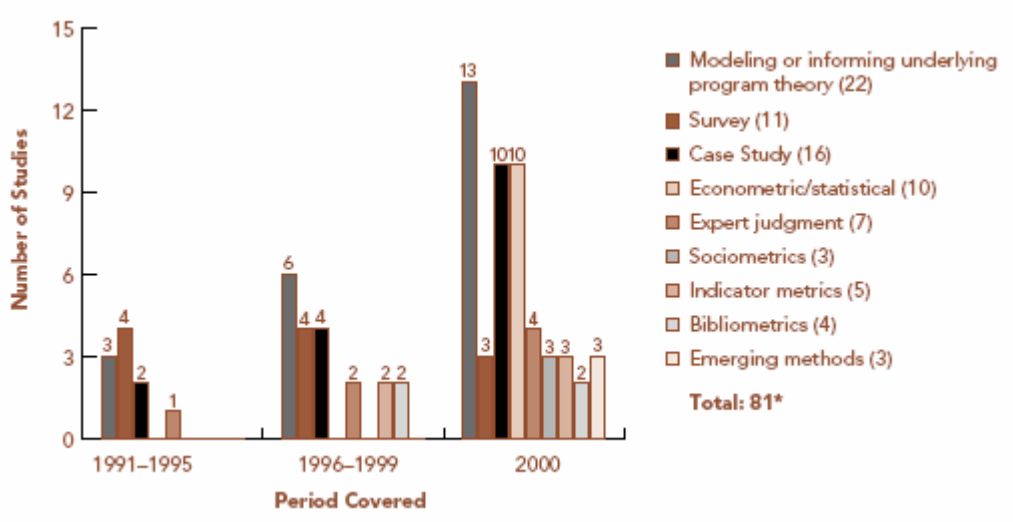


図 3.5.-2 ATP が用いた多様な評価手法に関して、用いられた時期と頻度

1.2.3. 評価研究に関するポートフォリオの構築

過去 10 年間に実施された評価活動は、どの様にプログラムの評価が深化してきたかを示す。表の 3.5-1 は、これまで実施した評価の記録であり、それぞれの調査において主に用いられた手法を示している。ATP が実施した評価の活動は、最初の 10 年間に増加し、かつ複雑化している。また、これらに伴い、より資金が投入されてきている。ATP は、概念的な研究や調査から開始し、事例研究や、経済的・統計的な評価に着手してきた。さらに最近は、特許引用数の解析調査やネットワーク分析を用いている。

表 3.5.-1 評価方法の概要

手法	概説	使用例
分析／概念モデリング (Analytical/Conceptual modeling)	プログラムやプロジェクト、現象をよりよく理解するために、基調をなす概念を調査したりモデルを開発したりする	スピルオーバ効果が起こる経路を概念的に記述する
調査(Survey)	統計的分析のために、一連のそろった質問を複数の関係者に尋ねる	どれくらい多くの企業が自分の開発した技術を他にライセンスしているかを割り出す
ケーススタディー記述的	プログラムやプロジェクト、テクノロジー、設備を掘り下げて調査する	どれくらいの特定のジョイントベンチャーが形成されたのか、どのように協力しているのか、成功の理由や不足の理由を列挙する
ケーススタディー経済的評価	記述的なケーススタディに経済的効果の定量化を加える。例えば、費用便益分析を用いる	プロジェクトの便益がコストを上回っているかどうか、どれくらい上回っているかを見積もる
計量経済学及び統計的分析	経済と社会的現象のつながりを分析するために、統計や数理経済学、計量経済学を用いる	公的資金配分がどれくらい民間の研究資金配分に影響を及ぼしているかを決める
計量社会学及び社会ネットワーク分析	社会的/組織的振る舞い及び関連する経済的アウトカムの理解を増進するために結び付きの構造を特定し調査する	結果として生じる知識の拡散が増大できるようにするには、どのようにプロジェクトを構築すればよいかを学ぶ
ビブリオメトリクスー総数(counts)	研究のアウトプットの量を追跡する	プログラムが生成し、研究に使われる資金あたりの出版数を求める
ビブリオメトリクスー引用	他人が出版物や特許を引用している頻度を評価し誰が引用をしているかに言及する	プロジェクトの出版物や特許の普及の範囲やパターンを学ぶ
ビブリオメトリクスー内容分析	共語分析やデータベース・トモグラフィー、テキストデータ・マイニング、視覚化技術を用いてテキストから情報を取る	プロジェクトの貢献度や技術の進展に関連のあるタイミングを特定する
歴史的トレーシング	研究から将来のアウトカムを追跡したり、アウトカムから貢献している開発を追跡したりする	公的研究プロジェクトと重要な後の発生のつながりを特定する
専門家の判断	評価をするために、見識ある判断を用いる	新しい技術の十中八九最初の使用と仮定する

1.2.4. 評価研究の類型

ATP が実施している評価モデルは、民間企業と委託契約を結ぶ場合には、必ずコンペを実施し、研究を希望する事項について提案させた上で、審議会を設置し、ピアレビューによって審査を実施している。このコンペには 2 種類あり、一方がコンペは、企業側からプログラムのアイデアが提案され、評価するもの、もう一方は、既にプログラムが決定していて、そのプログラムに対して企業がプロジェクトを提案するというものである。

プログラムに対して、単独企業、ジョイントベンチャーの両方の形態でプロジェクトの提案を行うことができる。研究助成金については、単独企業の場合、最大 200 万ドル、3 年間、ジョイントベンチャーの場合は予算範囲内の無制限で、5 年間と異なっている。また、提案はピアレビューにかけられ、評価される。

評価については、学術的・科学的な観点、ビジネスおよび経済性の観点から、より厳密に具体的な基準に基づいてピアレビューが実施される。また、仮にその提案が却下された場合、企業や企業グループは、各段階でのコメントなどの情報が開示される。そして、その内容を踏まえて、再び内容を調整したうえで、再度後日、コンペに参加する権利を持っている。

1.3. ATPの多元的な評価システム（Multi-component Strategy for ATP Program Evaluation）

ATP の評価は激しい政治的な争点ともなり、例外的とでもいえる多様な評価調査研究にも晒されてきた。したがって、ATP の実施部署でも活発な評価とその委託調査を推進してきた。すなわち、ATP は当初からプログラム評価に力点が置かれ、内部スタッフに加えて、学会、コンサルタント企業のエコノミスト、評価専門家を活用し（評価計画、評価モデル化、評価データベース開発、評価調査、評価のケーススタディ、評価の統計的経済的分析など）、成果の尺度の質や信頼性向上に寄与する検討などが行われてきた。

現在の多元的な評価システムは Multi-component Strategy for ATP Program Evaluation と称されている。評価結果を短期に必要とするという緊急な要請と、経験的に長期にわたるプログラムのアウトカムを認識し価値づけするという忍耐を要する現実とを適合させるために、ATP はそのプロジェクト評価に Multi-component Strategy を採用したとされる。その構成調査研究を下に示す。

- portfolio profiling
- interium progress measures
- real-time project monitoring
- status reports on completed projects
- micro- and macro- economic case studies
- development of evaluation models, tools, and techniques
- “special issue ”studies
- econometric and statistical analyses

このように、内部評価も、ATP の経済担当者、NIST 別局の経済担当者により実施されているが、内部「委託」評価の契約研究（調査内容は通常綿密に ATP 事務局と連携調整）が極めて活発に行われてきたことが特徴的である。

とくに経済社会的な視点からの評価は、手法に乏しく信頼性がなく、賛否両論がある。ATP では評価手法自体の開発に資金供給も行っている。経済的評価に関するガイドライン（1996 年 11 月）は、プログラム評価の調査研究の公募事例として先行的なものであるので、概要を次項に収録した。

これまでに ATP のプログラム評価を受託した民間企業として、

CONSAD Research, Inc.
Research Triangle Institute
Solomon Associates
Silber & Associates

大学や独立研究者として

Prof. Lee Branstetter (UC-Davis)
Dr. Henry Etzkowitz (State Univ. of New York at Purchase, NY)

Dr. Maryann Feldman (Johns Hopkins Univ.)
Prof. Paul Gompers, Prof. Josh Lerner (Harvard Univ.)
Prof. Albert Link (Univ. of North Carolina at Greensboro)
William F. Long (Business Performance Research Associates)
Haim Regev (Israeli Office of Statistics)
Mariko Sakakibara (UCLA)
Manuel Trajtenberg (Hebrew Univ., Israel)
Prof. Nicholas Vonortas (George Washington Univ.)
Prof. Todd Watkins & Theodore Schlie (Lehigh Univ.)など

があげられる。

1993 年に成立した GPRA 対応で 1999 年から省庁自身が自らの業績について評価義務を負うことになったことから、ATP の評価結果が ATP そのものの存続に関わることになった。省庁にとってはプログラムの継続のためにはプログラムの有効性を実証することが必要になったわけである。

なお、ATP の「外部評価」としては、国家経済研究局 National Bureau of Economic Research をはじめ、大学や独立研究者によるものがあり、また、会計検査院 Generation Accounting Office も数回評価を実施している。また、議会の要請により NSF が ATP の包括的なプログラム評価を行っている。

ATP の Economic Assessment Office (EAO)はプログラムの有効性を評価するため、インプット、アウトプット、アウトカム、長期的インパクトの 4 つの観点から、統計学的分析、ケーススタディ、サーベイ、便益費用分析、またその他の方法論的アプローチを導入している。

ATPの評価プログラムにおける重要な特徴としては、以下が挙げられる。

- Business Reporting System
- ステイタス・リポート
- 便益費用分析
- 経済学的・政策的研究

ATP において用いられている具体的評価手法は以下の通りである(Ruegg & Feller, 2003: pp.30-31)。

- 分析的／概念的モデリング
- サーベイ
- ケーススタディ…説明的
- ケーススタディ…経済的評価
- 計量経済的・統計的分析
- 計量社会学的・ソーシャルネットワーク分析
- ビブリオメトリクス…総数
- ビブリオメトリクス…引用数
- ビブリオメトリクス…コンテンツ分析
- ヒストリカル・トレーシング
- エキスパート・ジャッジメント

1990年以来、ATPはそのミッションを達成するために多くの評価手法を導入してきた。Economic Assessment Officeによる *Measuring ATP Impact, 2004 Report on Economic Progress(2004)*によれば、1990年当初から導入、使用されてきたのは、分析的／概念的モデリング、サーベイ、説明的ケーススタディ、経済的評価ケーススタディの4手法である。その後ビブリオメトリクス(総数) 手法、計量経済的・統計的分析、エキスパート・ジャッジメントが続き、計量社会学的・ソーシャルネットワーク分析は最も新しく導入された評価手法である(引用数に着目したビブリオメトリクス手法は総数ビブリオメトリクス手法に引き続いて導入されてきているが、その使用はごくわずかである)。

また EAO は、第一人者たちによってなされる様々な評価研究を通じて ATP の成功を評価している[10]。

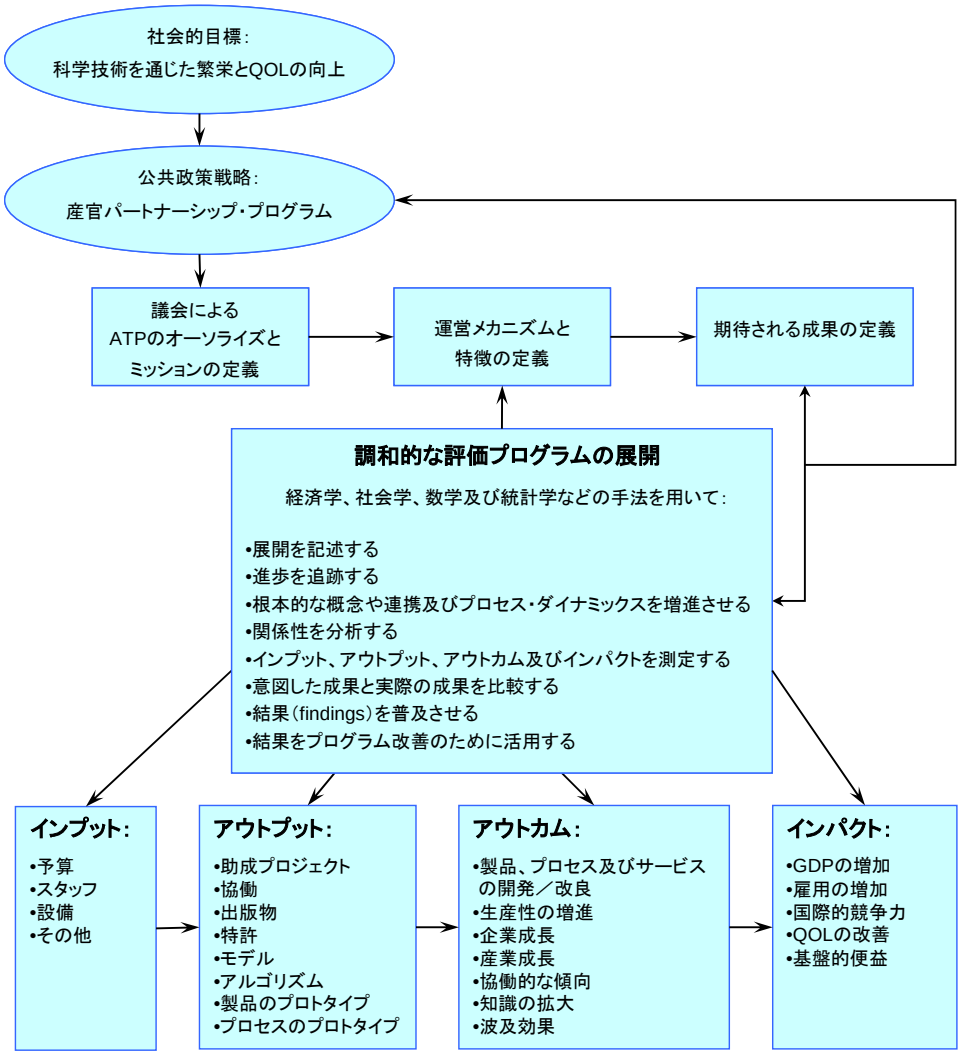
また、ATP の評価を示すモデルとしてロジックモデルがある。(図 3.5.-3)

① ATP は、最上位に、議会による目標やアプローチを掲げる。これは、広い意味で、「新しい技術開発に資金を提供し、国家の繁栄と生活の質を向上させること」である。
② 科学技術を支援するための公共政策の戦略と適合するように、議会は、「公共と民間によるパートナーシップ・プログラム」を、①の目的を遂行するための戦略として採択した。
③ 議会が ATP の設立を決議し、ミッションを定義し、
④ 運営のためのメカニズムを定め、
⑤ 期待される成果を定義した。
⑥ 上記③, ④、⑤は、商務省により、連邦政府の規則作成プロセスを通じて、さらに精査された。
⑦ プログラムへの入力(inputs)は、議会からの予算の割り当てや、職員、設備など。
⑧ 主なアウトプットは、プロジェクトの助成、プログラムの結果構築される協力関係、出版物、特許、モデルや数式、製品やプロセスのプロトタイプなどがある。
⑨ 主なアウトカムは、新しい改良された製品やプロセス、関係するサービスによる利益、企業の生産効率への影響、企業規模や産業規模への効果、企業や他の組織と協働者との関係の変化、出版物や特許の引用、或いは他の手法を通じて結果として得られた知識の広がりの度合い、他者がイノベーションを経験することによる知識や市場の波及などが含まれる。
⑩ 長期的な効果(impacts)は、ATP プログラムの創出に関わる社会的な目標にフィードバックされる。この社会的な目標は、GDP の増加や、国家の健康、安全性、環境の改善、米国産業の国際競争力の改善などが含まれる。また、国家のイノベーション能力にも影響を及ぼすことも考えうる。
⑪ さらに、⑦, ⑧、⑨、⑩は、「プロセス・ダイナミクス」によりリンクしており、相乗的に変化をもたらしている。

この評価に関するロジックモデルの下方(⑦, ⑧, ⑨、⑩、⑪)は、ATP の評価戦略や目標と深く関係している。評価の目標は、例えば、以下の項目を含む。

- マトリックス指標を用いて採択プロジェクトの進捗を把握すること
- プロセス・ダイナミクスの理解
- プロジェクトやプログラム全体の費用と便益の把握
- より測定が困難な効果の抽出
- プログラムのミッションに対する研究成果の関連付け
- 成功か否かの審査
- 評価結果のプログラム改善への活用や政策への反映
- 報告義務の遂行

[10] Economic Assessment Office(2004)*Measuring ATP Impact, 2004 Report on Economic Progress*



Ruegg & Feller (2003), Figure3-1 をもとに作成。

図 3.5.-3 ATP の評価に関するロジックモデル

ATPの重要なミッションの１つは、広範な経済的な便益をもたらすことである。このため、ATPの成功は、主に経済的な指標で測られることが多く、ATP も経済的な手法による評価に力を入れている。しかし、ATP のミッションは複雑で多様であるため、単一の指標で成功を評価することは不適切である。

以下の 4 つのテストは、ATP の中心的な使命の達成を測る参考になる。

テスト1:ATP が助成したプロジェクトのポートフォリオは、国家にとっての大きな社会的便益をもたらしたか。

テスト2:ATP が助成したプロジェクトのポートフォリオは、合衆国の経済的/技術的競争力の強化に貢献したか。

テスト3:テスト 1 を満たしている場合、便益の大部分は、ATP に起因しているか。

テスト4:社会的な便益は、ATP の助成を直接受けた組織を超えて、充分に分配されているか。

プログラムの制約を守りながら、他の目標に関しても達成度を測る指標が必要である。これらの制約や目標の中には、科学・技術に関する知識ベースの構築や、協働研究の促進、製造の精錬、中小企業の適切な参加などが含まれる。

■2. ATP の評価事例

2.1. 高解像度 TV 技術共同開発事業の費用便益分析事例－公益事業導入ケース

1995 年から 2000 年にかけて、米国商務省 NIST の ATP(Advanced Technology Program)は、高解像度テレビジョン(HDTV)のジョイントベンチャープロジェクトに資金援助を行った。テレビジョン技術に秀でた研究開発企業である Sarnoff 社は9つの企業によるジョイントベンチャーを立ち上げ、ATP の評価を受けるためにデジタルスタジオに関する新技術の経済性分析を行った。プロジェクトがもたらす技術革新は、ほとんどの放送局におけるデジタルテレビジョン放送の信号変換費用を大幅に削減し、さらにデジタルスタジオ技術の導入を促進させるものであった。

ジョイントベンチャーの大きな成果は 2 つあった。ひとつは、デジタル放送の信号圧縮システムとそれがもたらすより効率的な送信機器の運用である。これらの技術は順次商用化され、テレビ局のサービスに導入された。もう一つは、デジタルスタジオを新設し、組織化するための新しいアプローチを開発したことである。これらの 2 つの成果は、統合化されたビデオサーバーと圧縮信号切替機からなる Agile Vision システムと、隣接通信帯域にデジタル放送信号が滲出しないようにするための DAP(Digital Adaptive Precorrection)技術によってもたらされたものである。 分析事例では、公的資金が投入された高解像度テレビジョン技術共同開発事業のパフォーマンスは次のように評価された。

- 正味便益の純現在価値(NPV):126～205 百万ドル
- 社会収益率(IRR):24.9～28.6%
- 便益費用比率(B/C):3.5～5.0

評価の対象年限はプロジェクトが開始された 1995 年から 2013 年までとなっている。計測の対象となった便益と費用は、放送事業者の ATP によって開発された技術の利用によるコスト削減便益とジョイントベンチャー参加企業の増加収益、及び研究開発費用が含まれている。

この共同開発事業は、連邦通信委員会による TV 放送のデジタル化指令に伴い発生する設備転換ニーズを踏まえて開始されたもので、費用便益分析は、6ヶ年にわたったこの事業の事後評価段階(製品の市場導入の所期段階)に実施されたものである。この技術開発の場合、事前評価段階においても、デジタル放送化に伴う市場の規模や普及シナリオの推計は比較的容易であり、かつ、技術開発の内容も主として設計・製造と実証試験に重点がおかれていたものと推察される。

それ故、着実な上市を想定した実用化開発段階の技術開発事業として、具体的な製品の機能仕様と価格面でのシナリオ分析を加味すれば、ここでの費用便益分析は、参考先駆事例を踏まえて展開すれば、事前評価段階でも十分実施可能であったものといえる。したがって、本事例は、コスト低減便益の計測を基本とした実用化開発段階にある技術開発プロジェクトの事前評価手法の質的改善にあたって、最も適した参照事例の一つとして、今後、活用されていくことが期待されているものといえる。

2.1.1. プロジェクトを評価するための分析枠組み

(1)費用便益の帰属

プロジェクト評価では、「誰がコストを負担したのか？」と「技術開発から誰が利益を得たのか？」というステイクホルダの同定が必要となる。費用便益分析とはプロジェクトに係わるすべてのステイクホルダの費用・便益を計上し、経済性の判断を行うためのものである。

HDTV 共同開発プロジェクトでは ATP による資金を公的費用として捉えている。一方、ジョイントベンチャーの参加企業がプロジェクトのために支出した費用は私的費用として扱われる。参加企業はジョイントベンチャーの開発予算の 52%を提供しており、これが私的費用の総額である。便益の区別に関しては、公的な便益は、一般に知られるように消費者余剰の増加をもって計測される。ただし、後述するように、放送事業におけるユーザの消費者余剰は通常の財市場とは異なるため、ユーザのコスト削減便益を公的な便益として計上している。一方、私的便益については、ジョイントベンチャーの参加企業の増加収益をもって計上している。

(2)非実施仮説

新技術の導入・普及を評価するような費用便益分析の枠組みでは、現状の技術の導入実績に対して、「技術が導入されなかった場合」を想定した上で差額便益を計上することが多い。HDTV 共同開発プロジェクトの評価では、Agile Vision システムとDAP 技術が「仮に存在しない場合の」費用を既存の普及技術を基に推計し、両技術がもたらすコスト削減便益を便益として計上している。この考え方自体は、費用便益分析の基本的な枠組みである、「With と Without の原則」に従っているものである。

Agile Vision では、サウスダコタ州公共放送局の設備情報から Agile Vision を導入した場合と代替システムを導入した場合とでのそれぞれの場合のオペレーションコストや設備費用を推計し、その削減便益の根拠としている(表 3.5.-2)。DAP 技術は、放送局における従来のアナログトランスミッターをデジタルトランスミッターに置き換えた上に機能するものであり、直接比較できるような代替システムがない。したがって、デジタルトランスミッターの普及度合いを想定した上で、従来のアナログトランスミッター使用時におけるオペレーションコスト、設備コストをどれだけ削減できるかという想定便益を推計することになる。

表 3.5.-2 Agile Vision の非実施仮説の費用

単位:ドル

Equipment Category	*Agile Vision*	*代替システム 1*	*代替システム 2*
Encoding System w/Logo Insertion	345,573	480,045	523,840
Studio Test & Monitoring	74,989	121,184	142,579
Satellite Downlink Equipment	15,000	36,683	36,683
Additional Studio Equipment	36,000	195,990	511,175
Video Server	0	500,000	950,000
Automation	44,400	266,650	358,450
Router	50,000	50,000	50,000
Master Control Switcher	0	69,028	189,084
Total	565,962	1,719,580	2,761,811

出所:NIST(2004), Table 3-1 より作成

(3)経済的費用便益分析の方法論

表 3.5.-3 に HDTV 共同開発プロジェクトの技術的効果、経済的効果の測定基準を示す。プロジェクトの便益は Agile Vision とDAP の非実施仮設からの差額便益を計上し、プロジェクトの費用は JV プロジェクトの総費用を計上している。

表 3.5.-3 HDTV 共同開発プロジェクトの技術的・経済的測定基準

分 類	*技術的測定基準*	*経済的測定基準*
プロジェクトの便益		
Agile Vision の便益		
設備費用削減便益	スタジオ機器の種類を削減	代替システムを導入する場合よりも設備費用が低減
導入費用削減便益	代替システムよりも導入が簡単	代替システムを導入する場合よりも導入費用が低減
オペレーション及びメンテナンス費用削減便益	代替システムよりもオペレーション及びメンテナンスの労働時間が短縮	代替システムを導入する場合よりも労働コストが低減
私的便益	ジョイントベンチャー参加企業の増加収益	将来にわたるAgile Vision 製品の販売収入
DAP の便益		
設備費用削減便益	フィルタリング設備が不要	追加的なフィルタリング設備への投資が不要になることからの費用削減便益
導入費用削減便益	自動設定のため、導入作業の労働時間がわずか	DAP が組み込まれたデジタルトランスミッターの導入による労働コストの削減便
オペレーション及びメンテナンス費用削減便益	アナログトランスミッター使用時と同等のパフォーマンスを達成するために必要な労働時間が短縮	アナログトランスミッターの熟練労働コストの削減便益
プロジェクトの費用		
JV プロジェクトの総費用	プロジェクト実施時の研究開発費用、支出(人件費・経費を含む)	ATP の出資と民間出資の合計額

出所:NIST(2004), Table 3-2 より作成

ⅰ）HDTV 共同開発プロジェクトの便益の測定手法

技術に関する便益の測定は、技術そのものの需要曲線ではなく、技術が組み込まれた財の需要曲線から間接的に観測される。新型技術の投入された財が従来財と比較して価格性能比を高めるものであれば、財の性能を基準とした場合、財の価格を引き下げる効果があると見なすことが可能である。需要曲線が既知の場合、価格の変化は数量の変化を導くため、その財市場における消費者余剰を計測することが可能となる。通常の財の場合、ユーザの需要曲線は右下がりなので、価格の下落は数量の増加を伴う。財の限界供給曲線の傾きが 0 の場合、技術の導入による便益は消費者余剰で計測される（図 3.5.-4 の上図）。

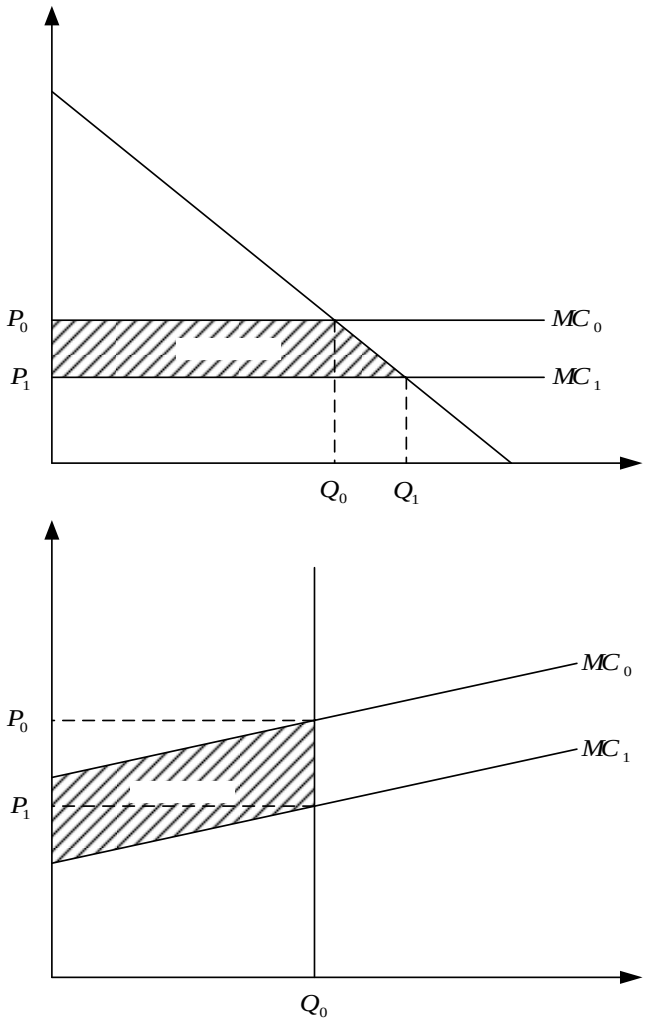


図 3.5.-4 HDTV 共同開発プロジェクトの便益の測定

HDTV 共同開発プロジェクトでは、Agile Vision と DAP（が組み込まれたデジタルトランスミッター）の導入を行うか否か者（放送局のスタジオ）が直面しているのは、放送サービスに対する需要である。放送サービスは電波法の規制を受け、参入が自由でないために、これに対する需要は一定であり、需要曲線は垂直で示される（図 3.5.-4 の下図）。したがって、両技術の導入に伴う社会的な効果はサービスの供給者である放送事業者のコスト削減から生み出される生産者余剰で計測される。もちろん、すべての放送事業者の供給曲線が一定であるという仮定は極端に単純ではあるが、各放送事業者のコスト削減便益を生産者余剰の増加分の一次近似として利用する限りにおいては、この仮定は妥当である。

価格／費用

ⅱ）パフォーマンスの測定基準

HDTV 共同開発プロジェクトの経済性のパフォーマンスは、一般的な 3 つの測定基準－B/C：便益費用比率、NPV：純現在価値、IRR：内部収益率－で構成されている。

iii）一次データと二次データの収集

HDTV 共同開発プロジェクトの経済性分析では、放送局をひとつの単位としてデータの収集を行っている。一次データとしては、ジョイントベンチャーに参加しているメンバー企業やデジタルテレビ放送局のデータが用いられている。これらのデータは分析における放送局あたりの費用や比較情報を提供するための事例として利用される。二次データは、放送局の母集団を形成する放送ネットワークのデータである。デジタル公共放送の局数、AAPTS（全米公共テレビ放送局連合）やFCC（連邦通信協会）のデジタル放送局数などの確定である。

2.1.2. 経済分析の結果とパフォーマンスの測度

（1）Agile Vision の経済的便益分析

Agile Vision の経済的便益は 1 公共放送ライセンス（利用周波数）あたりで計測される。単位ライセンスあたりの Agile Vision 導入便益のベンチマークは事例から推計された（表 3.5.-4）。

表 3.5.-4 公共放送 1 ライセンスあたりの Agile Vision の導入便益

単位：ドル

Agile Vision 導入便益	*便益額（2002 年価格）*	*便益の発生時点*
設備費用削減便益	1,290,000	導入時
導入費用削減便益	47,000	導入時
オペレーション及びメンテナンス費用削減便益	58,000	4 半期ごと

出所：NIST(2003), Table 4-1

次に、Agile Vision がどれだけの公共放送に導入されるかについてのインタビュー調査を行い、導入局数に関するロードマップを作成する。Agile Vision の導入を実際に表明しているのは 10 ライセンスであるが、潜在的な導入数としては、2004 年までに最低でも 29 ライセンス、中間推計で 52 ライセンス、最大で 75 ライセンスの放送局が導入を予定していることが明らかになった。これらの導入スケジュールと表 3.5.-4 の単位便益から、1999 年から 2013 年までの Agile Vision の導入便益が推計される（表 3.5.-5）。

表 3.5.-5 Agile Vision の導入便益

単位：千ドル（2002 年価格）

導入ライセンス数	*Agile Vision 市場浸透－低 29*	*Agile Vision 市場浸透－中 52*	*Agile Vision 市場浸透－高 75*
1999	1,400	1,400	1,400
2000	200	200	200
2001	2,000	2,000	2,000
2002	700	700	700
2003	38,800	74,100	107,900
2004	8,000	13,300	20,000
2005	6,700	12,000	17,300
2006	6,700	12,000	17,300
2007	6,700	12,000	17,300
2008	6,700	12,000	17,300
2009	6,700	12,000	17,300
2010	6,700	12,000	17,300
2011	6,700	12,000	17,300
2012	6,700	12,000	17,300
2013	6,700	12,000	17,300
合計	111,400	199,800	287,900

出所：NIST(2003), Table 4-2.

割り引かれる前の便益（実質額）の総額は、Agile Vision の市場浸透を低位で推計した場合、1 億 1,100 万ドルであり、中位推計では約 2 億万ドル、高位推計では 2 億 8,800 万ドルとなっている。

(2)DAP の経済的便益分析

DAP の経済的便益は現状および将来におけるデジタルトランスミッターの普及度に関わっている。各放送局が1台のデジタルトランスミッターを導入すると仮定し、デジタルトランスミッターが生み出す機会便益を 1 放送局ごとに推計したものが表 3.5.-6 である。

表 3.5.-6 DAP のデジタルトランスミッターあたりの導入便益

DAP 組込型デジタルトランスミッター導入便益	*便益額（2002 年価格）*	*便益の発生時点*
設備費用削減便益	30,000	導入時
導入費用削減便益	700	導入時
オペレーション及びメンテナンス費用削減便益	3,700	4 半期ごと

全米における 1,719 の放送局のうち、すでにデジタル信号による放送を行っているのはおよそ 1,000 局ある。この他に 100000watts.com や CEA（電気製品消費者協会）のデータから放送局のデジタルトランスミッター導入スケジュールを予想し、現状及び将来の DAP 組込型デジタルトランスミッターが生み出す便益のフローを推計している。便益の総額は、1998 年から 2013 年までの間に、3 億 300 万ドルと推計されている（表 3.5.-7）。

表 3.5.-7 DAP 導入の便益

単位：千ドル

年	*DAP 導入便益（実質）*
1998	300
1999	700
2000	1,500
2001	3,300
2002	16,700
2003	29,900
2004	38,300
2005	23,500
2006	23,500
2007	23,500
2008	23,500
2009	23,500
2010	23,500
2011	23,500
2012	23,500
2013	23,500
合計	302,500

出所：NIST(2003), Table 4-7.

(3)プロジェクト費用

表 3.5.-8 は HDTV 共同開発プロジェクトの費用を計上したものである。費用は投下資金の合計として把握される。このうち、ATP による資金は全体の 48%を占めており、残りは民間の資金となっている。

表 3.5.-8　HDTV 共同開発プロジェクトの費用

単位:千ドル

年	*ATP 資金*	*民間資金*	*資金合計(名目)*	*資金合計(実質)*
1995	1,090	1,140	2,230	2,600
1996	7,390	7,810	15,200	17,500
1997	5,600	7,070	12,670	14,200
1998	6,640	6,030	12,670	13,900
1999	2,650	2,880	5,530	6,000
2000	5,000	5,210	10,210	10,600
合計	28,370	30,140	58,510	64,800

出所:NIST(2003), Table 4-8.

(4)パフォーマンスの測定

以上のように得られた費用および便益の推計値を用いて、HDTV 共同開発プロジェクトの経済性(パフォーマンス)を評価する。表 3.5.-9 は HDTV 共同開発プロジェクトの費用便益比率(B/C)及び NPV を導いている。

表 3.5.-9　HDTV 共同開発プロジェクトの NPV

単位:千ドル(実質)

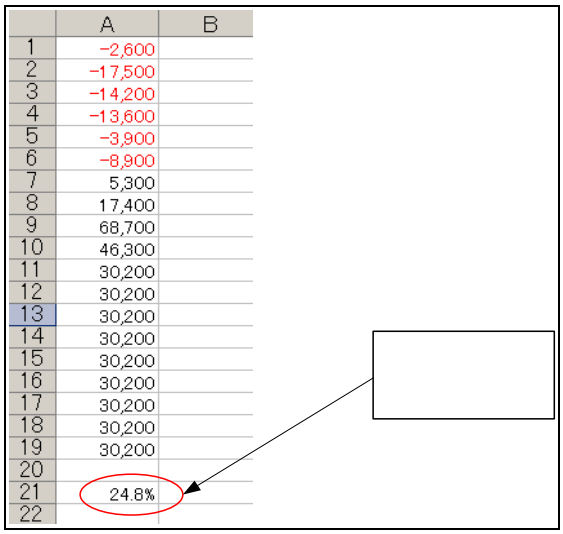
年	費用(A)	Agile Vision の便益(B)			DAP の便益(C)	純便益(A+B+C)		
		市場浸透ー低	市場浸透ー中	市場浸透ー高		市場浸透ー低	市場浸透ー中	市場浸透ー高
1995	−2,600					−2,600	−2,600	−2,600
1996	−17,500					−17,500	−17,500	−17,500
1997	−14,200					−14,200	−14,200	−14,200
1998	−13,900				300	−13,600	−13,600	−13,600
1999	−6,000	1,400	1,400	1,400	700	−3,900	−3,900	−3,900
2000	−10,600	200	200	200	1,500	−8,900	−8,900	−8,900
2001		2,000	2,000	2,000	3,300	5,300	5,300	5,300
2002		700	700	700	16,700	17,400	17,400	17,400
2003		38,800	74,100	107,900	29,900	68,700	104,000	137,800
2004		8,000	13,300	20,000	38,300	46,300	51,600	58,300
2005		6,700	12,000	17,300	23,500	30,200	35,500	40,800
2006		6,700	12,000	17,300	23,500	30,200	35,500	40,800
2007		6,700	12,000	17,300	23,500	30,200	35,500	40,800
2008		6,700	12,000	17,300	23,500	30,200	35,500	40,800
2009		6,700	12,000	17,300	23,500	30,200	35,500	40,800
2010		6,700	12,000	17,300	23,500	30,200	35,500	40,800
2011		6,700	12,000	17,300	23,500	30,200	35,500	40,800
2012		6,700	12,000	17,300	23,500	30,200	35,500	40,800
2013		6,700	12,000	17,300	23,500	30,200	35,500	40,800
合計	−64,800	111,400	199,700	287,900	302,200	349,700	438,000	526,200
PV	費用(A)	便益(B+C)				NPV(A+B+C) 下段:IRR		
		低	中	高		低	中	高
	−51,300	177,700	217,100	256,400		126,400	165,900	205,200
(B/C)		(3.47)	(4.24)	(5.00)		(24.9%)	(28.6%)	(31.7%)

※合計額は数値を丸めている関係で表の集計結果と一致しない.
※PV(割引現在価値)の割引率は 7%.
出所:NIST(2003), Table 4-9 より作成.

HDTV 共同開発プロジェクトの費用便益比率(B/C)は Agile Vision の市場浸透シナリオに依存して、3.47 から 5.00 と推計されている。NPV は 1 億 2 千 6 百万ドルから 2 億 5 百万ドルと推計された。また、NPV から導かれる社会的利益率(IRR)は、低位推計で 24.9%、中位推計で 28.6%、高位推計で 31.7%となっている。

※内部収益率(IRR)の計算方法

IRRはMicrosoft Excelを使用して簡単に計算することができる。表 2.3.2.3-8 の純便益のフローをシートにコピーして、IRR 関数を使用する(次図参照)。IRR とは、将来のキャッシュフローの総額と投資金額の総額が等しくなるような利率であるため、投資金額の回収を目的としていないならば、本来は計算する必要のない指標である。それゆえ、HDTV 共同開発プロジェクトの経済性評価では、社会的収益率と呼称しているが、その含意は、公的資金を研究開発プロジェクトに投入したことによって、社会全体(企業の利益も含む)に一定割合の還元が行われたと考え、その効率性を表していると解釈すべきであろう



2.1.3. 事例分析のまとめ

HDTV 共同開発プロジェクトの経済分析は以下のような特徴がある。

- ジョイントベンチャープロジェクトの投下資金(ATP 資金＋民間資金)を費用としていること
- 技術開発がもたらす効果として、非実施仮説に基づくユーザのコスト低減便益(生産者余剰)を測定していること
- 便益の推計に、技術導入のロードマップを作成し、導入シナリオを設定していること
- 関連企業、業界にインタビュー調査を行って技術導入の可能性を検討していること

公的資金の支援を受けた研究開発の評価には、本事例における経済性分析手法は実践的な枠組みを備えている。最大の特徴は非実施仮説に基づく差額便益(純便益)をプロジェクト便益として計上することにより、費用は投下資本の年額だけで評価する、という手続きの簡素化がなされていることである。

こうした手続きが可能なのは、プロジェクト資金が生み出した成果が、Agile Vision と DAP 技術に集約されているためである。仮に、ジョイントベンチャープロジェクトがこの 2 つの技術以外にも派生的な成果を生み出している場合などには、本事例の分析手法はふさわしくない。その場合、従来的な方法によって、便益と費用とを別個に推計する必要があるだろう。ATP 資金を含むプロジェクトの効率性を評価の目的の第一義としているからこそ、このような分析手法が有効性を持つものと考えられる。

2.2. 米国商務省における医療研究プログラムの費用便益分析事例－社会的便益の影響経路分析

米国商務省 NIST の ATP 経済評価室(EAO)は、RTI（Research Triangle Institute）に対し、ATP の支援を受けたある医療研究プログラムの社会的成功度の評価を依頼した。RTI は、このプログラムに属する7つのプロジェクトの潜在的な便益の評価に加え、以下の補足的な評価作業の実施が要請された。

1） 7つの研究開発プロジェクトに対して首尾一貫した方法論による評価。

2） 相互に異なる幅広い技術プログラムに適用可能な評価の枠組みの確立。

3） ATP の生体組織工学向けプログラムにおける潜在的な社会的便益の明確化。

RTI の評価研究では、7 つのプロジェクトのうち、データが十分な 4 つについて詳細なケーススタディが実施され、残る 3 つについては簡易的なケーススタディが実施された（表 3.5.-10）。詳細研究に必要な情報は、ATP 提案、プロジェクトの定期報告書、医療データベース及び学術誌を活用して、また、企業代表者、医者からのインタビューによって収集するとともに公的に利用可能な企業・産業情報を活用して収集された。

表 3.5.-10 医療研究プログラムー選択されたケーススタディ事例

ATP プロジェクト名	期間	支援額
（詳細ケーススタディ）		
幹細胞成長	2 年間	122.0 万ドル
生体組織修復用生体高分子	3 年間	199.9 万ドル
生体移植用ﾏｲｸﾛﾘｱｸﾀｰ	3 年間	426.3 万ドル
人間細胞(Islet)増殖	3 年間	200.0 万ドル
（簡易ケーススタディ）		
臨床人工骨・臓器用ﾊﾞｲｵﾏﾃﾘｱﾙ	3 年間	199.9 万ドル
遺伝子治療応用	3 年間	199.6 万ドル
万能移植用臓器	3 年間	199.9 万ドル

（出所)Martin, Sheila A. et al.(1998) pg. Ⅰ-13

評価研究の結果、研究開発を実施した企業の私的便益と社会的便益の比較分析を通じて、企業の財務的便益及び民間投資に伴う内部収益率が社会的便益に比して相当小さい。そのため、このような分野における公的な研究開発プロジェクト投資は、市場原理に依存しているだけでは、社会的観点から見た最適投資額よりも過少投資に陥る可能性が高いことを示唆している。本事例は、このような公的資金支援の民間投資へのインセンティブ（インプット・アディショナリティ）や動学的な研究開発加速効果による社会的便益の増加（アウトカム・アディショナリティ）の分析を通じて、公共関与の必要性や妥当性を論拠づける貴重な先駆的分析事例となっている。

それ故、ここでは、本事例を、民間投資へのインセンティブや研究開発の加速効果面から社会的便益のシナリオ分析を実施することが、国民の社会的厚生の改善や研究開発投資の資源配分の適正化等の面からみて、いかに重要であるか、を示す典型事例の一つとして取り上げた。これらの手法や知見は、医療研究プログラムのような主として社会的・公共的な価値の実現を目的とした公的な研究開発プログラム・政策の分野における、今後の研究開発プログラムの事前評価手法の質的改善にあたって極めて重要な知見を提示しているものといえる。

2.2.1. 医療技術開発分野に係わる費用便益分析のアプローチと手法

RTI による医療技術開発分野の研究開発プロジェクトの評価の主要目的は、医療応用のための研究プロジェクトへの ATP 投資による社会的収益を推計するための方法論を確立することであった。具体的なアプローチのステップは次のとおりである。

① 社会的収益の範囲を限定
② 研究成果の活用範囲の限定
③ 企業の研究開発に及ぼす影響経路とその分析手法社会的便益の発現チャンネルと分析手法
④ 患者にとっての医療便益の算定手法
⑤ 受益者の数の特定

以下では、それぞれの作業ステップの詳細について解説する。

◆ 社会的収益の範囲

ここでの社会的収益とは、私企業の収益と医療技術の恩恵を受ける消費者の便益の総和を指している。ただし、私企業の収益は、ATP 資金プログラムを受けた企業に限定し、それらの企業に間接的な関わりを持つ他の企業の収益については評価の範囲外としている。

◆ 研究成果の活用範囲の限定

本評価における費用便益分析作業は、時間、予算及びデータ制約により作業を簡素化する必要があったので、以下のような前提のもとで実施された。それ故、費用、便益とも保守的な推計となっている。

① 広範な医療応用の可能性があるとしても、1 プロジェクトにつき 1 つの応用例しか検討しない。
② 時間軸への制約（当該技術は製造開始後 10 年経過した時点で新しい技術に代替され、全てのキャッシュフローは 20 年の時間軸の中で発生すると仮定）

◆ 企業の研究開発に及ぼす影響経路とその分析手法

ATPによる資金援助が企業の研究開発に及ぼす影響経路として、以下の3つの経路が確認されているが、これらはそれぞれ独立しているわけではなく、相互に影響し合っている。

① 研究開発が加速されたことによる便益
ATP の資金が投入されることで、研究開発が加速化されることが期待できる。その結果、新技術の市場導入を促進し、社会的便益が享受される期間を長期化することで便益が増大する。
② 研究開発の成功可能性を向上させたことによる便益
ATP の資金が投入されることで、企業が支出すべき当該研究開発費用の減少をもたらす。その結果、企業は他の追加的研究開発努力を促進することが可能となり、研究開発活動全体の拡充をもたらす。このことは、研究開発が成功する可能性を増加することに結び付く。
③ 技術の適用可能性が拡大されたことによる便益
ATP の資金が投入されることで、企業は製品開発への投入資金を増大させることが可能になる。その結果、当初の予想以上の範囲に研究開発結果を適用する可能性が増大し、直接的な便益を測定する市場が拡大する。

公的な投資の社会的収益を推計するために、以下の2つの代替的なシナリオを比較する手法が採用された。これらのシナリオ間の違いは、上記の 3 つの要因の影響により変化する。

① ATP による資金援助があった状態を考えるシナリオ
② 同資金援助なしの世界を想定したシナリオ（非実施仮説）

これらのシナリオのもとで、社会経済的収益を推計するために、様々な病気に係る費用を特定することが試みられ、以下に示す 3 つの異なるタイプの費用を同定している。

① 治療費といった直接的な医療費用（COI）
② 患者の生産性の低下や家族による無報酬介護の費用のような間接的な費用
③ 患者が味わう苦痛のような無形の費用

◆ 患者にとっての医療便益の算定手法

全ての健康に係わる便益は、次のように計算される。

健康に係る全便益＝治療されるであろう患者の数×患者一人あたりの便益

患者一人あたりの便益（新医療技術に起因するところの健康アウトカムにおける変化の値）の推計値を導出するために、ここでは、段階的なアプローチが採用されている。

第 1 段階としては、患者の健康面への新技術による影響を評価するためのモデルを設定することである。まず、現在適用されている治療法(守備側技術)、すなわち新技術の代替技術を確認する。その後、それぞれの治療法の結果を推計するための 2 つのモデル（慢性病モデルと急性病・障害モデル）を導入する。

a）慢性病モデル

患者が慢性疾患の状態にある場合の便益を測定するためのモデル。平均的な患者のある健康状態からもう一つの健康状態に推移する可能性を表現した遷移確率行列とそれぞれの状態の便益から構成される。ここで、遍移確率の値として、「健康状態調整済み生存年数(quality-adjusted life years; QALY)」が利用される。QALYは、疾病による生活の質の低下を反映させて生存年数を調整するためのパラメータであり、0 と 1 との間の値をとる。0 に近ければ、ほぼ死亡に等しい状態での生存状態であり、1 は健康な状態である。便益の原単位は以下のように推計される。

新技術の慢性病リスク低減便益＝疾病別ケース数×疾病別 QALY の変化行列×平均余命×疾病別医療費用

新技術は患者の健康状態の分布をより良好な状態に変化させることにより、患者の QALY を変化させ、治療コストを減少させることになる。慢性病モデルにおいては、平均余命（死ぬまでの年数）を設定する必要がある。分析では、文献調査から、米国における40歳時の早世を回避した場合の価値が500万ドルと推計されている。米国の平均寿命を76年と仮定して、毎年の QALY 値は、この500万ドルを36年間(40歳時点に於ける平均余命)分の年金として受け取った金額で導きだされる。

$$V = 5{,}000{,}000 \Big/ \sum_{t=1}^{36} (1/(1+d))^t$$

仮に割引率を3%とすれば QALY 値は22万9019ドルとなる。

b）急病病・障害モデル

急性病・障害モデルは、慢性病モデルの単一時間におけるモデルである。それぞれの新技術が影響する疾病リスク削減の期待便益と期待費用は、各健康状態にそれぞれ QALY 及び治療費をかけることで得られる。

新技術の急性病・障害リスク低減便益＝疾病別ケース数×疾病別 QALY の変化行列×疾病別医療費用

◆ 受益者の数の特定

分析では、特定の拡散モデル(Bass Model)を利用し、新技術の評価年限（ライフタイム）において適用される受益者の数（患者の数）を推計している。Bass Model は拡散プロセスを特徴づける 2 つのパラメータを持つ。pは技術革新係数であり、「外部影響」、すなわち外部活動(刊行物など)からの影響に伴う新技術の採用を反映している。qは模倣係数であり、新技術の適用経験による「内部影響」を反映している。

$a(t+1) = [p + q * A(t) / M(t)][M(t) - A(t)]$

新規適用患者数 ＝[p＋q＊市場浸透率]*[まだ残っている潜在的適用可能者の数]

ただし、A(t)＝t年における累積適用患者数、M(t)＝t年における市場潜在力

モデルでは新規適用患者数は市場潜在力M(t)とこれまでの適用患者数A(t)との差に比例すると想定される。したがって、分析では、M(t)とA(t)に関するデータを収集し、パラメータを推計することで、新規技術の適用患者数を予測している。これが、前述の便益を享受する母数となっている。

2.2.2. 民間企業の収益の推計

民間企業の期待収益値は、技術的成功確率、期待投資額、そして研究開発、市場化及び製造に係る費用、さらには期待収入額に影響されるため、ATP シナリオの場合、ATP 無しシナリオの場合の双方について、これらの情報が必要となる。以下では、それぞれの推計方法について解説する。

(1)技術的成功確率

プロジェクトの期待完了日時点に時間修正された企業自身による成功確率の推計値から求めている。

$$P_r = TP / PF$$

ここで TP は企業の技術的進展度(パーセンテージ)であり、報告された進展度に幅がある場合、その中間値として計算される。PF は推計時点において既に経過した時間の割合(パーセンテージ)を示す。

(2)民間の研究開発投資額

ATP の資金援助分を全プロジェクト予算額から控除することにより推計している。

(3)市場化費用

バイオテクノロジー産業の合成貸借対照表を調査することにより推計している。これによると、販売一般及び行政費用はおおよそ全収入の 37%に当たることがわかった。これらの費用は固定費用と変動費用に分割できる。前者(γ)は市場化段階で発生し、後者は製造段階で発生する。固定費用(CC_F)に関しては、次の式が導かれた。

$$CC_F = \gamma * [0.37 \sum_{t=1}^{n} TR_t]$$

ただし、TR_t=t年の全収入、γ=市場化段階にかかる費用の全体に占める割合、n=製造年数である。

(4)製造費用

上記式から、(1−γ)の割合が製造段階に掛かることとなる。製造費用の推計も貸借対照表から同様に行われる。バイオテクノロジー産業に係る合成貸借対照表は、産業界が製造費用に全収入の約 42%をかけていることを示す。これはそのまま用いられる。

(5)期待収入

企業に対するインタビュー調査から推計している。

2.2.3. 経済的便益の測定手段の検討

ATP の資金援助を受けた投資の経済便益の計算に当たっては、次の 3 つの視点が考慮されている。

① 公的投資の社会的便益
② 公的・民間投資の社会的便益
③ 民間投資の私的便益。

社会的収益及び私的収益の測定法については、まず、それぞれのシナリオに係る便益と費用のタイム・プロファイルを作成した後、経済的便益の適切な測定手段としてNPVとIRRを作成する。異なる割引率のもとで結果がどう変化するかをチェックするために感度分析も実施している。

公的投資の社会的便益を得るため、ATP 支援を受けた場合における各年の社会に対する期待純便益(ENB_t^w)とATP 支援が無かった場合における各年の社会に対する期待純便益(ENB_t^{wo})を計算。これにより ATP 資金援助に基づく便益の純増分(IENB)を計算している。

$$IENB_t = ENB_t^w - ENB_t^{wo}$$

$IENB_t$=t 年における純便益

その後、IENB の毎年の値を集計して、公的投資の社会的便益が計算されている。

2.2.4. 分析結果

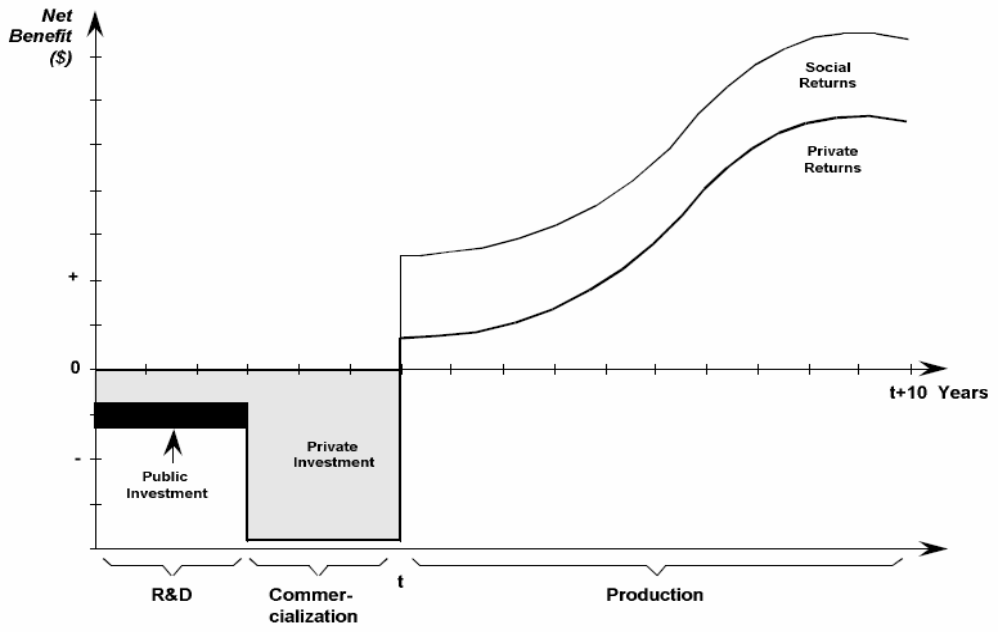
表 3.5.-11 に ATP プロジェクトの経済性分析の結果を、また、図 3.5.-5 に、ここでの費用（公的投資と企業の投資）や便益（社会的収益と企業の収益）の時系列展開イメージを示す。異なるプロジェクトによって結果(NPV 及び IRR)の値は幅広く分散していることがわかる。NPV は47百万ドル～177億ドルであり、IRR は21%～148%に達している。

ATP 投資の期待社会収益は、正味現在価値（NPV）ベースで 343 億ドルに達し、社会収益率（IRR）では116%にも達している。これは医療研究プログラムに対する ATP の資金援助が 340 億ドル強もの社会的な純便益を生み出したこと示唆すものである。ATP 投資が全収益に対して占める大きさについてみると、プロジェクト別の ATP 投資による社会的便益も幅広く分散している。社会的便益全体に対する ATP の資金支援の寄与分としては、31%であるとしている。

表 3.5.-11 ATP 投資等の期待社会収益

ATP プロジェクト名	プロジェクト期間	(S) 投資の期待社会便益 (ATP 投資+企業の投資)		(A) ATP 投資の期待社会便益		便益比 (A)/(S)
		NPV(‘96 $ mil)	IRR(%)	NPV(‘96 $ mil)	IRR(%)	
幹細胞成長	1992-2009	$134	20%	$47	21%	35%
生体組織修復用生体高分子	1994-2009	$98	51%	$98	51%	100%
生体移植用ﾏｲｸﾛﾘｱｸﾀｰ	1994-2009	$74,518	149%	$17,750	148%	24%
人間細胞(Islet)増殖	1995-2008	$2,252	36%	$1,297	34%	58%
臨床人工骨･臓器用ﾊﾞｲｵﾏﾃﾘｱﾙ	1993-2010	$32,855	118%	$15,058	128%	46%
遺伝子治療応用	1995-2011	$2,411	106%	$945	111%	39%
万能移植用臓器	1992-2011	$2,838	91%	$783	92%	28%
合　計	1992-2011	$109,229	115%	$34,258	116%	31%

合計値は個々のプロジェクトの各年の便益と費用を全プロジェクトで合計して計算したもの。
(出所)Martin, Sheila A. et al.(1998) pg. Ⅰ-22



出所）Martin, Sheila A. et al.(1998) pg.Ⅱ-3

図 3.5.-5 新技術への投資による費用便益の展開

これらのプロジェクトにかかる社会的収益の値が異なる理由に関連して、ATP の資金支援がこれらプロジェクトに与えた影響を、前述の影響経路別に表 3.5.-12 に示す。

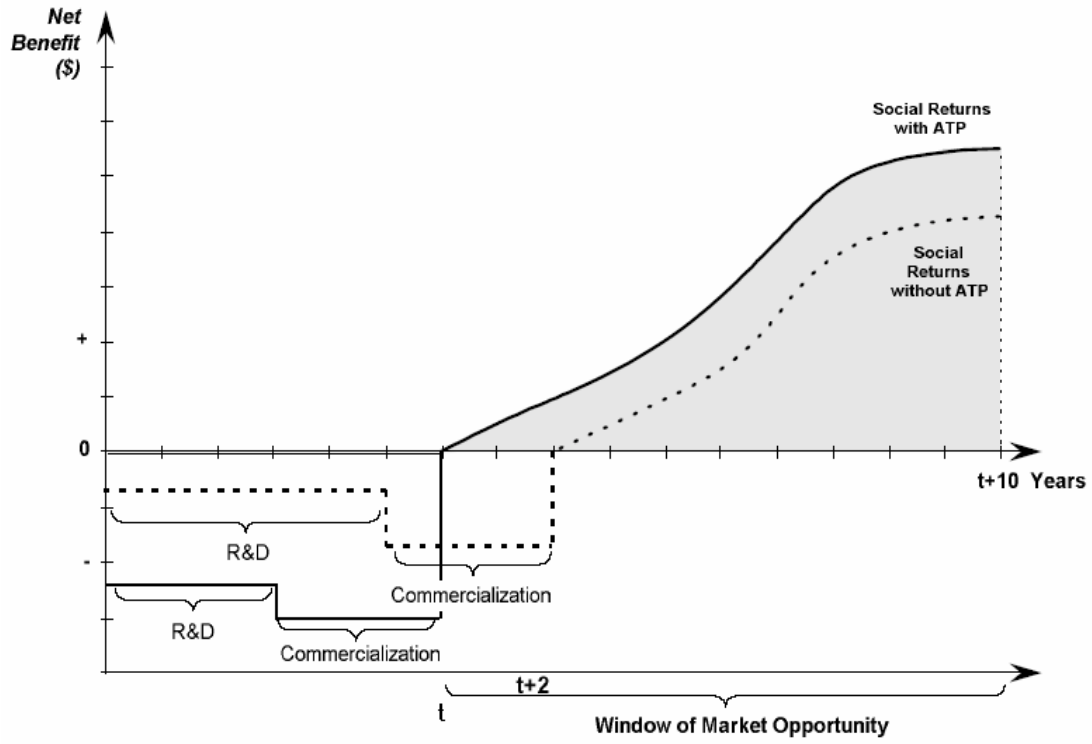
表 3.5.-12 技術開発における ATP による資金支援の影響

ATP プロジェクト名	プロジェクトの加速(年)	成功確率の増加(%)	技術適用範囲の拡大
幹細胞成長	1－2 年間	9%	報告なし
生体組織修復用生体高分子	最低 10 年間	171%	重大だが未定量
生体移植用ﾏｲｸﾛﾘｱｸﾀｰ	2 年間	11%	報告なし
人間細胞(Islet)増殖	3－5年間	2%	報告なし
臨床人工骨･臓器用ﾊﾞｲｵﾏﾃﾘｱﾙ	2 年間	1%	報告なし
遺伝子治療応用	2 年間	20%	若干だが未定量
万能移植用臓器	1－2 年間	16%	報告なし

(出所)Martin, Sheila A. et al.(1998) pg. Ⅰ-23

例えば、「生体組織修復用生体高分子」プロジェクトでは、ATP の資金支援により、この分野での研究活動が加速され、少なくとも 10 年間は製品化が早まった。図 3.5.-6 は、このような研究活動の加速による市場への製品・サービスの早期導入が、いかに社会的収益の増加に寄与するか、この影響経路の具体的なイメージを与えている。また、他の影響経路である技術的成功確率も 171%向上したとしている。企業の代表は、ATP による公的な資金援助が無ければプロジェクトは遂行されず、市場機会の充分な利用にいたる程度に発展することすらなかったと述べている。

なお、医療研究プログラム全体の社会的収益に占めるこれら 2 つの影響経路の比率については、研究活動の加速効果が卓越し、社会的収益全体の 81%を占めると示唆している。



出所）Martin, Sheila A. et al.(1998) pg.Ⅱ-8

図 3.5.-6 社会的収益に及ぼす研究開発加速の影響

ATP 医療研究プログラムに属するプロジェクト全体の私的便益を表 3.5.-13 に示す。この表と前述の ATP 投資等の期待社会収益とを比較すると、私的収益は社会的収益全体の 2%以下で、内部収益率も余り高くない。これは、ATP 資金援助が社会的便益の発現にいかに重要な役割を果たしたか、また、市場原理に依存しているだけでは、この分野の研究開発投資は、社会的観点から見た最適投資額よりも過少投資に陥ることを、如実に占めする典型例となっている。

表 3.5.-13　ATP 医療研究プログラム全体の私的便益

	NPV(1996$mil)	IRR(%)
プロジェクト収益全体	$1,564	12%
ATP に帰せられる増分	$914	13%

(出所)Martin, Sheila A. et al.(1998) pg.1-23

2.2.5. 事例分析のまとめ－政策的示唆

本事例の特徴としては、ATP による資金支援の寄与分を研究プログラムのアウトカムに対する影響経路という観点から、民間投資へのインセンティブや動学的な研究開発の加速効果の推計を独自に行っている点にある。

通常、費用便益分析においては資金における官民の区別は行われない。なぜならば、経済学的には費用や便益の基になる金額に「色」はないからである。仮に、プロジェクトが公的資金ではなく、民間資金によってまかなわれたとしたら、借入金の利子支払いが費用として発生するはずであり、NPV や IRR のパフォーマンスを一定の割合で下げる方向に修正されるだけである。

しかしながら、重要なことは、民間資金がそのようなプロジェクトに投入される可能性があったかどうかを検証することである。多大な社会的便益をもたらすことが明らかであっても、私的便益をまかなうことが定かではない場合、そうした研究開発プロジェクトに投資する民間企業の存在は市場では期待しがたい。それ故、この点は、社会的便益の実現を主たる目的とする公的な資金支援の妥当性判断上、最も重要な評価の視点のひとつであるといえる。

本事例におけるような公的な資金支援の民間投資へのインセンティブ（インプット・アディショナリティ）や動学的な研究開発加速効果（アウトカム・アディショナリティ）の分析への拡張適用を通じて、公共関与の必要性や妥当性を論拠づける貴重な先駆的分析事例となっている。それ故、本事例は、事前評価手法の質的改善に資する貴重な示唆を含んでいるものといえよう。

■参考文献

- Ruegg, Rosalie, Guidelines for Proposing Economic Evaluation Studies, NIST, 1996.
- Ruegg, Rosalie and Irwin Feller, A Toolkit for Evaluating Public R&D Investment: Models, Methods, and Findings from ATP's First Decade, NIST, 2003.1.
- Economic Assessment Office, "Measuring ATP Impact: 2004 Report on Economic Progress," August 15, 2005 (Last updated)
- http://www.atp.nist.gov/eao/2004annual/contents.htm

1. 調査研究の詳細

1.3. 適用事例の紹介

1.3.6. 海洋大気庁 (NOAA) における実績の測定

ここでは、米国の海洋大気庁 (NOAA) が太平洋赤道域において企画・実施した大規模な海洋観測システムの研究開発・建設投資とその予測システムに係わる典型的な費用便益分析の事例を紹介する。この分析は海洋観測システムの建設がほぼ終了した事後評価段階で実施されたものであるが、最も重要な社会的便益のシナリオ分析は、過去のエルニーニョ現象による農業被害の実績を踏まえて、事前評価段階でも実施可能であると考えられる。それ故、事前評価手法の質的改善に資する事例として取り上げた。

3.6.1. 熱帯海洋・地球大気計画 (TOGA：Tropical Ocean Global Atmosphere program)

1982 年から 83 年にかけて、太平洋の赤道域で発生した大規模なエルニーニョ現象は、米国に自然災害や農業被害などの甚大な損害をもたらした。そのため、米国政府が中心となり El Nino Southern Oscillation (エルニーニョ南方振動現象。以下、ENSO) の解明に焦点をあてた TOGA (Tropical Ocean Global Atmosphere program) が、1984 年から 1995 年まで実施された。この TOGA は、特定の事業目的 (エルニーニョ現象の解明と予測) のため、時限的に実施されたシステム建設の投資プログラムで、一般の公共事業に類似した性格を有している。それ故、このプログラムは、独立プロジェクト的性格を有したプログラムとして位置付けられる。

TOGA の目的は、熱帯において海洋と地球規模の大気の関係を明らかにすることであった。そのため、NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration；海洋大気庁) の Pacific Marine Environmental Laboratory (PMEL) は、太平洋赤道域に大気と海洋を観測するためのブイの展開を計画した。1984 年からフィールドテストが開始され、まずはじめに西経 110 度線上に ATLAS ブイが展開された。そして 1985 年から、10 年計画の TOGA が本格的に開始され、ブイが徐々に展開されていった。この赤道域にずらりと展開されたブイは、Tropical Atmosphere Ocean (TAO) アレイと呼ばれている (Michael J. McPhaden (1995))。当初計画されていた 70 基の完全なアレイは、TOGA の終了 (1994 年 12 月) までには完成しなかった。しかし、10 年間で、延べ 400 基以上のブイが、83 回の航海、6 カ国の 17 隻の船舶によって展開された (図 3.6.-1)。1994 年の TOGA 終了後も、TAO アレイは Climate Variability and Predictability (CLIVAR) program、Global Ocean Observing System (GOOS)、そして Global Climate Observing System (GCOS) によって継続されている。

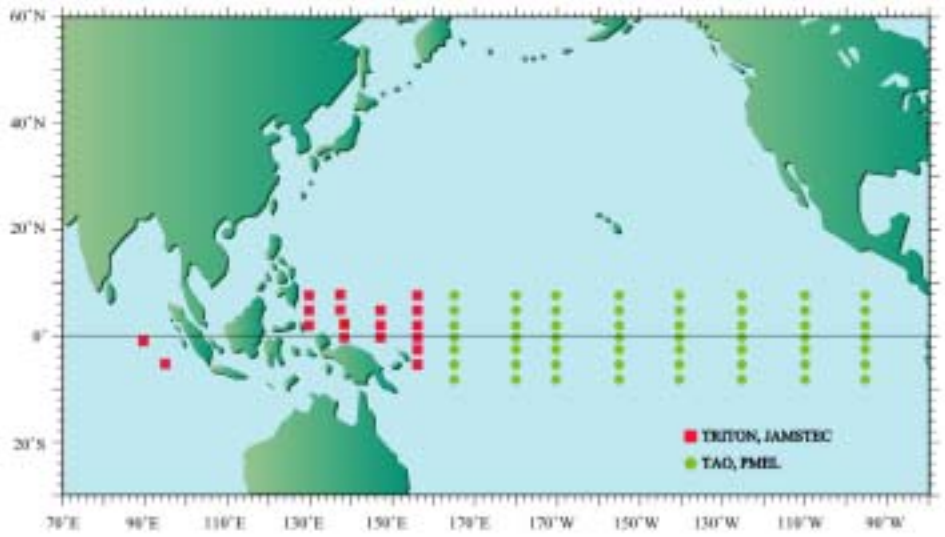


図 3.6.-1　NOAA の TAO アレイと JAMSTEC の TRITON アレイ
（引用：http://www.jamstec.go.jp/jamstec/TRITON/future/pdf/Figure2.2.pdf）

NOAA は 1996 年に、この 10 年間に及ぶ TOGA の研究開発コストと、研究開発後の観測及び予測システム（ENSO Observing System: EOS）のコストに関する費用便益分析を実施した（以後、TOGA と EOS を併せて TOGA/EOS と表記する）。その結果として、TOGA/EOS が、米国の国民や農業に対して、今後、どれだけの便益をもたらすものと見込まれるか、定量的に分析し、結論づけている（Peter Sassone and Rodney Weiher（1996））。

なお、ここでの費用便益分析を可能とした基礎には、膨大な社会経済的、農業経済的な基礎データの集積と実証的なモデルがあるので、この点には十分留意する必要がある。

TOGA/EOS の費用便益分析では、内部収益率を用いてプロジェクトの評価をしている。なぜならば、行政管理予算局（Office of Management and Budget：OMB）が示した国家プロジェクトに関する指針（CIRCULARA-94：Guidelines and Discount Rates for Benefit-Cost Analysis of Federal Program）の中で、割引率の判断基準値（ハードルレート）が設定されていたからである。1996 年当時、このハードルレートは 7%であった（2003 年は 5.8%）。割引率が 7%以上であれば、それは健全なプロジェクトと見なされるからである。ちなみに、ハードルレートとしては、民間企業が投資する際の税引き前限界収益率の平均が用いられている。なお、国土交通省が平成 11 年 3 月に策定した「社会資本整備に係る費用対効果分析に関する統一的運用指針」においては、日米の社会経済環境が異なる関係で、割引率は 4%とされている。

後述するように、TOGA/EOS の IRR については、OMB のハードルレートである 7%をクリアした 13%から 26%という値が得られたので、NOAA は TOGA/EOS を健全なプロジェクトであると結論づけている。

3.6.2. TOGA プログラムのシステム建設費用

TOGA を実施するために投入された費用を表 3.6.-2 に示す。これらのデータは、運用開始年（1995 年）基準の費用を計算するために、NOAA、NSF（National Science Foundation）、NASA（National Aeronautics and Space Administration）及び ONR（Office of Naval Research）の予算書から TOGA に要した費用を集約の上、まとめられている。

表 3.6.-2 熱帯海洋・地球大気計画（TOGA）に関する費用（単位：千ﾄﾞﾙ）

A	B	C	D	E	F	G
実施年度	TOGA の予算	船舶費用	B+C	1987 年を基準とした相対価格指数（インフレ効果）	134.0/E 列（1995 年を基準にするため）	費用（1995 年現在の価値）D ×F
1984	$4,624		$4,624	91.3	1.47	$6,787
1985	$6,041		$6,041	95.7	1.40	$8,459
1986	$5,227		$5,227	98.6	1.36	$7,104
1987	$16,615	$1,275	$17,890	100.0	1.34	$23,973
1988	$17,276	$355	$17,631	101.4	1.32	$23,299
1989	$12,595	$917	$13,512	107.3	1.25	$16,874
1990	$20,910	$70	$20,980	112.0	1.20	$25,101
1991	$32,185	$437	$32,622	116.9	1.15	$37,394
1992	$35,700	$1,260	$36,960	120.2	1.11	$41,203
1993	$30,925	$4,607	$35,532	124.7	1.07	$38,182
1994	$30,170	$2,065	$32,235	130.5	1.03	$33,100
1995	$10,400	$1,058	$11,458	134.0	1.00	$11,458
合計	$222,668	$12,044	$234,712			$272,933

（引用：Cost Benefit Analysis of TOGA and the ENSO Observing System, Table1）

これらの予算を 1995 年の価値に換算するために、インフレ率等が考慮された後、最終的に 1984 年から 1995 年までの間に、約 273 百万ﾄﾞﾙ（約 330 億円：$1=￥120）の費用がかかったとされている。TOGA のシステム建設終了後、各年度毎に発生する運営経費は、観測及び予測システム（EOS）に必要な運用維持費として、年間 12.3 百万ﾄﾞﾙと単純に見積もられている。ここでは、EOS を 10 年実施するｼﾅﾘｵと 20 年実施するｼﾅﾘｵが用意されている。

3.6.3. TOGA プログラムの社会的便益

ここで、IRR を求めるために必要な、未知のﾊﾟﾗﾒｰﾀは、便益の流列 B1~Bn である。この便益を貨幣価値で推計しなければならない。この報告では、TOGA/EOS（ENSO Observing System）の便益は、エルニーニョ南方振動現象（ENSO）の予報モデルの価値に等しいという仮定を用いている。つまり、TOGA/EOS によって、ENSO の予報モデルの精度が向上することにより、気候変動による農業被害等の損害の低減や回避が可能になる。それ故、ここでの損害低減便益こそが、TOGA/EOS の経済的なｱｳﾄｶﾑであるという論理である。

では一体、エルニーニョ南方振動現象（ENSO）予報モデルの社会的便益はどのように求められるのであろうか。NOAA の費用便益分析で用いられる ENSO 予報モデルの社会的便益は、Andrew R. Solowetal （1998）“THE VALUE OF IMPROVED ENSO PREDICTION TO U.S. AGRICULTURE” （Climatic Change）という論文から引用されている。

それによれば、100%精度の ENSO 予報モデルが、毎年、米国農業にもたらす便益は、約 323 百万ﾄﾞﾙ（約 388 億円：1$＝￥120）と見積もられている。同様に、80%精度、60%精度の ENSO 予報モデルの社会的便益が、それぞれ約 266 百万ﾄﾞﾙ（約 320 億円）、約 240 百万ﾄﾞﾙ（約 288 億円）であると見積もられている。

ただし、この見積もりは、全ての農業従事者が ENSO モデルに注意し、それに基づいて行動した場合の価値と仮定されている。そのため、この費用対効果分析では、少なくとも ENSO 予報を出す初期は、その予報を使用する農業者は少ないと仮定し、「ENSO 予報モデルの価値」と「農業従事者の ENSO 予報受け入れ度」の積が、TOGA/EOS の便益として見積もられている。

3.6.4. TOGA プロジェクトの費用対効果分析結果：IRR の計算

内部収益率（IRR）を計算するにあたって、NOAA の費用便益分析では、感度分析が行われている。感度分析とは、個々のﾊﾟﾗﾒｰﾀを変えたときの結果の変化を検討することである。不確実な変数が取りうる値として平均値や中央値のみでなく、最大（上限）から最小（下限）のある区間をもって推定する分析方法のことである。

したがって、いろいろな状況下での IRR が計算されている。ここでの感度分析のﾊﾟﾗﾒｰﾀ（図 3.6.-3）としては、エルニーニョ南方振動現象（ENSO）の予報モデルの予測精度が 3 ケース－60%、80%、60%-80%（5 年後に 60%から 80%に精度が上昇）－、便益が発生する期間が 2 ケース－10 年間、20 年間－、農家の予報受け入れｼﾅﾘｵが 3 ケース－Immediate ｼﾅﾘ

オ、Moderate シナリオ、Slow シナリオーである。そして、ENSO Observing System (EOS) の年間維持費用が2ケースー$12.3M、$17.3Mーである。それぞれ 3 パターン、2 パターン、2 パターン、3 パターンで、合計 36 ケースについての IRR が計算されている。これら 36 ケースの IRR 計算結果は、表 3.6.-3 のとおりである。

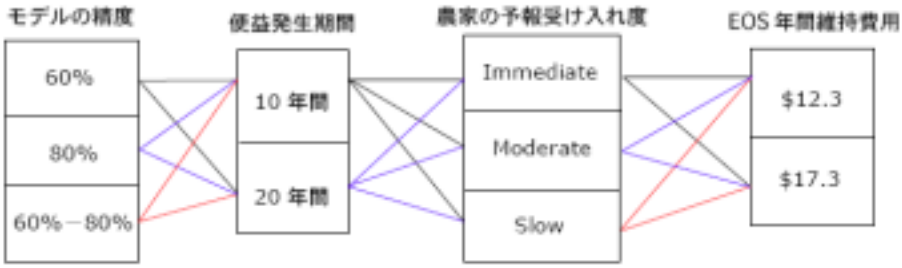


図 3.6.-3 感度分析のパラメータ

表 3.6.-3 TOGA におけるエルニーヨ南方振動現象の観測システム (EOS) の内部収益率 (IRR)

ケース	予報精度	便益を享受する期間	農家の ENSO 予報受け入れ度	1 年あたりの観測維持費	IRR
1	60%	10	Slow	$12.3M	13.39%
2	60%	10	Slow	$17.3M	12.87% (最小値)
3	60%	10	Moderate	$12.3M	19.50%
4	60%	10	Moderate	$17.3M	19.14%
5	60%	10	Immediate	$12.3M	23.88%
6	60%	10	Immediate	$17.3M	22.93%
7	60%	20	Slow	$12.3M	17.16%
8	60%	20	Slow	$17.3M	16.78%
9	60%	20	Moderate	$12.3M	21.52%
10	60%	20	Moderate	$17.3M	21.22%
11	60%	20	Immediate	$12.3M	25.13%
12	60%	20	Immediate	$17.3M	24.26%
13※	80%	10	Slow	$12.3M	14.51%
14※	80%	10	Slow	$17.3M	14.03%
15※	80%	10	Moderate	$12.3M	20.75%
16※	80%	10	Moderate	$17.3M	20.42%
17※	80%	10	Immediate	$12.3M	25.22%
18※	80%	10	Immediate	$17.3M	24.29%
19※	80%	20	Slow	$12.3M	18.09%
20※	80%	20	Slow	$17.3M	17.74%
21※	80%	20	Moderate	$12.3M	22.63%
22※	80%	20	Moderate	$17.3M	22.35%
23※	80%	20	Immediate	$12.3M	26.37% (最大値)
24※	80%	20	Immediate	$17.3M	25.51%
25	60-80%	10	Slow	$12.3M	14.06%
26	60-80%	10	Slow	$17.3M	13.57%
27	60-80%	10	Moderate	$12.3M	19.98%
28	60-80%	10	Moderate	$17.3M	19.64%
29	60-80%	10	Immediate	$12.3M	23.57%
30	60-80%	10	Immediate	$17.3M	23.30%
31	60-80%	20	Slow	$12.3M	17.81%
32	60-80%	20	Slow	$17.3M	17.45%
33	60-80%	20	Moderate	$12.3M	22.04%
34	60-80%	20	Moderate	$17.3M	21.75%
35	60-80%	20	Immediate	$12.3M	24.93%
36	60-80%	20	Immediate	$17.3M	24.68%

(引用：Cost Benefit Analysis of TOGA and the ENSO Observing System, Table2)
※「ケース」列の色は、図 3-6-2 のカラムに対応する。

3.6.5. まとめ

このようにして計算された TOGA/EOS の内部収益率（IRR）は、最小でも 12.87%で、最大は 26.37%にも達している。これは行政予算管理局（OMB）のハードルレートである 7%を大幅に上回っているため、TOGA/EOS は、公的資源を健全に使用したプログラムであると結論付けられている。

さらに、この分析の結果、気候変動研究の経済的見返りは、計測可能であると示唆されている。このような費用対効果分析を実施するに際には、気候変動予報に基づいた意志決定が、どのような分野の経済活動に影響するのか理解しなければならない。TOGA/EOS の費用対効果分析では、米国農業に与えるインパクトが損害低減便益ベース計算されているが、便益を網羅的に把握するには、その他の分野に関する分析も必要であるとしている。また、気候変動予報はその存在が広く社会的に認知されなければ、損害低減便益としての経済的効果は発現しない。そのため、NOAA の気候変動予報が、米国民にどの程度認知されているかを追跡調査する必要があると指摘している。

1. 調査研究の詳細

1.4. 実施者のためのポイントと解説

本章は、我が国に適合的な研究開発施策のアウトカム評価のために、そのポイントをまとめ、解説を加えたものである(以下、本ガイドラインと呼ぶ)。
本ガイドラインは、以下のような構成からなる。

【本ガイドラインの構成】
(1)我が国の研究開発評価の枠組みに適合的なアウトカム評価
① 事前にアウトカムを設定する場合
② 事後にアウトカムを測定する場合
(2)アウトカムの設定
① アウトカム評価
② 研究開発施策モデルの類型

■4.1. 我が国の研究開発評価の枠組みに適合的なアウトカム評価

我が国おいては、省庁再編にあわせ 2001 年度から政策評価制度が導入された。アウトカムの概念はその際に規定され、その後の見直しにおいても基本的には変更されていない。また、研究開発評価に関しては、先行的に 1997 年に指針が示されその後 2 回の見直しが行われた。アウトカムの概念は 2005 年の 2 回目の見直しの際に導入された。

我が国の評価制度は、公共経営全般を見直す過程で導入されたものではなく、むしろ公共経営改革の尖兵として‘官僚組織’に送り込まれたものである。もちろん当初から「成果重視の行政への転換」であるとか、「マネジメントサイクル」に評価制度を「制度化されたシステムとして組み込」むといった位置付けはなされていたが、それに相応しい新たな公共経営体制が用意されていたわけではない。しかしながらこのような制約の中で、評価行為を基点として、行政を‘経営組織’として機能させるためのニューロンとシナップスが徐々にネットワークを成長させてきたことも事実である。「アウトカム」は既に述べたようにモデル依存の概念である。したがって、どのような行政モデルを想定してその内容を規定するかが重要であり、米英では行政経営モデルの進化とアウトカムの概念規定の進化とが相互に刺激し合いながら一体的に進化してきた。このような観点から、研究開発に係る施策評価を対象とし、我が国の現状を改善するための枠組みとポイントについて以下に解説する。

(1)事前にアウトカムを設定する場合

行政における経営改善を目指す場合、本来なら施策を設定する際にアウトカムを明確化しておくべき。

1) 公的資金の趣旨を踏まえ施策対象を社会一般に定める
   - 「社会一般」とは第一義的には固有名詞で指定されていないことを意味する
   - 公募過程を経て不特定者から特定者を選定する場合、施策目的や施策目標に照らして当該特定者が社会一般に提供すべき実績の本質的な内容を特定する
   - 施策内容等の妥当性から判断し、当初から施策対象を特定者に限定する場合、施策対象である当該特定者が施策目的や施策目標に照らして社会一般に提供すべき実績の本質的な内容を特定する
2) 施策として責任のもてる所掌範囲にアウトカムを設定する

- 施策目的自体には「願望」を含んでいても良い。アウトカムとしてはその中で所掌権限等を考慮し責任のもてる範囲に限定する
- 施策目的から判断し、所掌領域の新たな拡大や補助的施策装置の付加、あるいは他の施策主体等との連携により、アウトカムとして設定可能な領域を「願望」としての施策目的に近づける努力は常に払うべき

3) マネジメントサイクルに従って適宜修正していくことを前提とする
   - 施策課題は原理的に「初期最適化」だけでは不十分であり、「学習型」で最適化を目指すべき
   - Plan－Do－See のマネジメントサイクル、PDCA サイクル、ROAMEF サイクル等を前提とすべき
4) 施策内容と施策展開過程とを論理構造化（ロジックモデル）する
   - 施策対象を論理的に把握することにより、設定されるアウトカムと所掌範囲等との間に論理的矛盾がないことを確認する
5) アウトカムを含む施策設定のための思考過程と組織過程のあり方について、指針やマニュアル等を整備する
   - 「思考過程」とは考え方のことであり、「組織過程」とは組織内部での機能分担（エージェント）の行為を設計することに相当する

（2）事後にアウトカムを測定する場合

既に設定されている施策についてアウトカムを特定する場合に相当するが、これは本来あるべきアプローチではない。

1) 施策対象が社会一般に設定されている場合： 既設の施策目的や施策目標に照らして実績の本質的な内容を把握する
   - 施策目標が妥当な形で定められている場合、まず目標周辺の本質的内容の把握に努める
   - 施策目的等が抽象的にしか定められていない場合、当該施策担当部署のミッションや所掌範囲等も参考にして、施策をリメイクする過程でアウトカムを構想する
2) 施策対象が社会の特定の者に設定されている場合： 施策対象の特定の者が施策目的や施策目標に照らして社会一般に提供した実績の本質的な内容を把握する
   - いわゆる社会調査やメトリックスを行うこととなる
3) マネジメントサイクルに従って施策を改善していくためのアウトカム評価を行う
   - 達成度評価の他に、価値を定める価値評価 valuation、見直しを前提とした見直し評価 review
4) 後付けではあるがロジックモデルを構想する
5) 思考過程と組織過程のあり方についての指針やマニュアル等を整備する

■4.2. アウトカムの設定

4.2.1. アウトカム評価

わが国の研究開発プログラムの評価では、事前評価の段階でプログラムの目的からターゲットを具体的に展開していないため、ROAMEF システムの後段において評価の判断基準が明確にできないという問題を抱えている。したがって、(中間評価、事後評価で後からアウトカムを設定する場合にも有効だが)事前評価の段階においてアウトカムやアウトプットをどのように設定するべきかという観点から、展開の仕方を解説する。

図 4.2.-1 は研究開発プログラムの一連の手続きを規定した ROAMEF システムを表している。ROAMEF システムにおいてもっとも重要なことは、プログラムの目的(Objectives)から具体的なターゲットを展開することである。

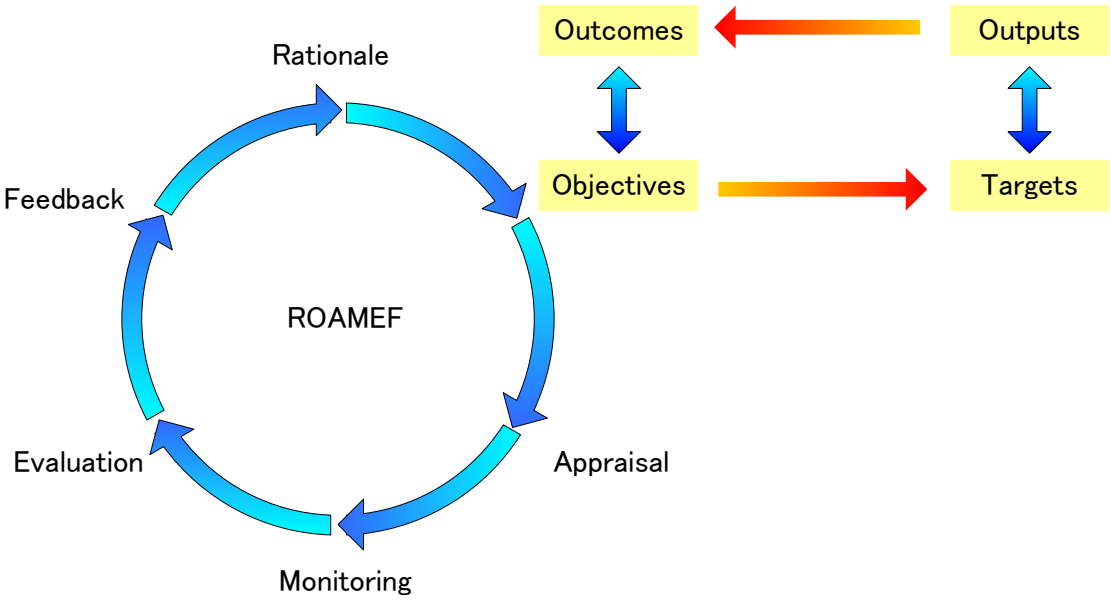


図 4.2.-1 ROAMEF システムとアウトカム／アウトプット

図 4.2.-1 は目的からターゲットまでのつながりを客観的に示すことができれば、それに対応する概念であるアウトカム評価、アウトプット評価が可能となることを示しているが、では、アウトカム、アウトプットはどのように把握すれば良いだろうか。

アウトカムはこれまで見てきたように、想定するシステムの境界条件によって対象が変化するため、アウトカムを規定する研究開発施策モデルそのものに立ち返って吟味しなければならない。しかしながら、どのようなモデルを想定するにせよ、アウトカムという言葉の定義自体は変化しない。アウトカムの定義は次のように要約できる。

・ 「アウトカム」とは「意図した結果(intended results)」である。

また、アウトカムにつながるアウトプットも想定するモデルに関係なく、言葉としての意味には次のような定義を用いる。

・「アウトプット」とは「研究開発における諸々の活動の水準(level of activity)」である。

意図した結果(アウトカム)に向けて努力した活動の水準がアウトプットである。つまり、研究開発プロジェクトないしプログラムが明確な目的を有している限り、それに向けた様々な活動によって産み出されたもの、あるいは活動そのものの活発さはすべてアウトプットとして捉えることができる(図 4.2.-2)。

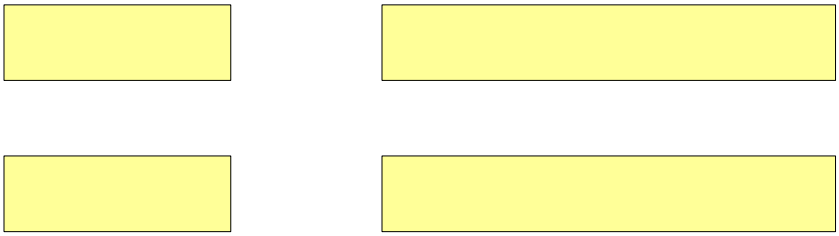


図 4.2.-2 アウトカム、アウトプットの定義

この定義に従い、研究開発施策モデルによって具体的なアウトカムの中身を設定することがアウトカム評価の第一歩である。

4.2.2. 研究開発施策モデルの類型

イノベーション政策においては、基礎研究から応用、実用化に至る研究開発の段階によって実施する施策の性質は異なる。また、研究開発基盤の形成や人材育成など、研究開発を間接的に促進するための施策展開も必要となる。こうしたイノベーション政策の観点から、研究開発施策モデルは次のように類型化できる。

表 4.2.-1 研究開発施策モデルの類型

モデルの類型	重視する内容	研究開発施策のパターン
投資型モデル	目的	課題解決型の技術開発
	手段・方法	コンソーシアム、クラスター、普及促進等
基盤型モデル	中間技術、基盤技術 研究開発人材	基礎研究、応用研究、基盤形成、人材育成等

投資型モデルとは、明確な研究開発目的・目標とそれが貢献する社会経済的課題があらかじめ想定できるタイプの研究開発施策モデルである。このモデルは重視する内容によって、研究開発の目的（＝成果）を重視する場合と、研究開発の手段や方法（地域活性化等の仕組み）を重視する場合とに大別できる。

基盤型モデルとは、短期的には社会経済的影響を把握することが難しいが、わが国の科学技術の水準を高めるために必要な措置として位置付けられるタイプの研究開発施策モデルである。基礎研究や実用化までは到達しない応用研究、あるいは研究開発基盤（設備やインフラ、データベース等の情報基盤を含む）、人材育成等に係わる研究開発がこれに相当する。

事前評価の段階であれば、上に挙げた研究開発施策モデルの特徴に応じて、当該施策が得ようとする結果＝アウトカムと定義し、それを特徴づける（5W1H 等によって定義される）明確な目標に対して、さまざまな活動を設定し、その活動の結果（results of activities）もしくは水準（level of activities）をアウトプットとして把握するよう、定めれば良い。

基礎研究のように、実験データやそれを記述した論文そのものが成果として画期的かつ価値のあるものであれば、形式的にはアウトプット＝アウトカムということができる。このような場合には、アウトカムの中身は事後的にしか定義できないので、事前評価の段階では大まかな目的表現にとどまらざるを得ない。極端な例で言えば、「世界的に優れた研究開発成果の導出」でも構わないのであるが、優れた成果の判断基準をあらかじめ示しておくことが重要である。

一方、わが国の研究開発評価の現状は、事前評価において想定するアウトカムやアウトプットをあらかじめ規定していない場合が多いために、中間評価や事後評価の段階において、アウトカム、アウトプットを想定し直さなければならないという実務的ニーズが存在する。わが国の行政機関や独立行政法人において事前評価が充実するまでの過渡的な措置ではあるが、評価実務者にとっては、既に実施している研究開発の実態を踏まえ、目的・目標の調整の機会が与えられていると考えることができる。

次節からは、表 4.2.-1 に挙げた研究開発施策モデルに応じて、アウトカム、アウトプットを展開していくための手続きについて解説する。中間評価や事後評価の段階においても、当該施策・事業の本質的な価値は何であったのか、ということを常に考えることによって、新たな事業展開を行う場合の経験知を組織的に蓄積することが事前評価の充実につながると言える。

4.2.3. 投資型の研究開発施策モデルの場合

投資型の研究開発施策モデルのうち、「目的」を重視するタイプの施策では、アウトカムやアウトプットの設定は以下の手続きに従って行う。

1) 当該施策の最終的な受益者を特定する
   当該施策が実施されることで研究開発の成果による恩恵を受けることが確実である受益者を特定する。
   ※ 例えば、「国民」という表現ではなく、消費者等の市場におけるポジション、地域や階層等を明確にする。
2) 受益者に対して何を提供するのかを特定する
   受益者がいかなる恩恵を受けるのかを明確にし、提供される恩恵をアウトカムとする。
3) アウトカムがもたらされるための条件を考察する
   受益者が恩恵を得られるためには、何が必要かを明らかにする。具体的な条件が研究開発のターゲットとなる。
4) ターゲットをクリアするための措置は何であるかを特定する
   ターゲットのクリアに向けた措置(具体的な活動)が研究開発のアクティビティに相当する。
5) アクティビティのレベルを客観的に把握する
   各アクティビティのレベルを客観的に表したものがアウトプットに相当する。アクティビティが研究開発プロジェクトの範囲に入っていれば、そのアクティビティのレベルが当該プロジェクトのアウトプットとなる。

例)

・省エネ型○○機器の開発
→その機器を導入するのはどのようなユーザか？(受益者)
→導入することでどのような恩恵が得られるか？(電力消費量削減＝アウトカム、CO2 削減＝インパクトに相当)
→導入のための条件は？(機器単価が○○円以下＝ターゲット)
→ターゲットを達成するための措置は？(部材の改良、プロセスの改善、システムの構築＝アクティビティ)
→アクティビティの水準は？(新素材の発見、エネルギー効率○%改善、ソフトウェアの開発＝アウトプット)

投資型の研究開発施策モデルのうち、「手段・方法」を重視するタイプの研究開発では、施策としてのアプローチの仕方の見取り図を明確に示すことがアウトカム評価において重要となる。このようなモデルの場合、研究開発のアウトカムのみならず、地域の活性化や産学連携の強化といった受益者が特定できない政策目的を含むため、当該施策にどのような関わりがあるかについて明らかにすることが望ましい。

1) 当該施策においてどこまでが施策の責任範囲であるかを明らかにする
   - 共同研究への参画、TLO、試験的導入等、プログラムに直接関わる対象を特定する。
   - 技術開発の普及促進までがプログラムの範囲である場合、普及促進を呼びかける対象は誰かを特定する。
2) 各対象者の役割に応じた貢献の在り方を整理する
   - クラスターでの役割、コンソーシアムでの役割に応じた期待される貢献
   - 普及促進を受けて研究開発成果を利用する側の態度
3) 対象者の貢献の在り方として、最低限の貢献と、最大限期待する貢献を区別する
   - 最低限の貢献＝当該プログラムの目標(＝ターゲット)
   - 最大限の貢献＝当該プログラムの期待する(意図する)結果(＝アウトカム)
4) 当該プログラムのターゲットをクリアするための必要な措置を明らかにする
   - 必要な措置(＝アクティビティ)
5) 当該プログラムにおけるアクティビティのレベルを把握する
   - ターゲット(目標)と対比したプログラムのアウトプット(実績)を列挙する。

例）

・風力発電の技術開発と普及促進
→プログラムに係わる対象者の特定
　メーカー、発電事業者、送配電事業者、ユーザ
→役割に応じた貢献
　メーカー：タービンの技術開発、発電事業者：風況調査、発電容量等の策定、
　送配電事業者：逆潮流のシミュレーション等、州：導入補助金
→最低限の貢献と最大限の貢献
　最低限：メーカー＆発電事業者：発電単価を○○年までに○円／kWh にする。
　　送配電事業者：逆潮流、購入価格の条件緩和（xx 年までに円／kWh）
　　ユーザ：導入実績（○○万 kW クラスで xx 年までに yy 基）
　＝ターゲット
　最大限：メーカー＆発電事業者：発電単価を△△年までに△円／kWh にする。
　　送配電事業者：逆潮流、購入電力の条件緩和（xx 年までに円／kWh）
　　ユーザ：導入実績（△△万 kW クラスで xx 年までに zz 基）
　＝アウトカム
→ターゲット達成のための必要な措置
　技術開発、導入促進事業、試験的導入．．．
→ターゲットと対比したプログラムのアウトプット（実績）を把握
　発電単価、逆潮流の条件レベル、購入価格、○○万 kW クラスの導入実績

4.2.4. 基盤型の研究開発施策モデルの場合

基礎研究や基盤型の研究開発施策モデルの場合、成果が目に見える形で社会経済的な効果に結び付くことは考えにくい。基礎研究であれば、続く応用研究、実用化研究のための中間的なプロダクツとして成果を位置付けるしかなく、また、基盤型研究開発であれば、研究開発のためのインフラ作りや人材育成などに主眼が置かれ、間接的なかたちでイノベーションをサポートすることがそもそもの主眼だからである。

このような場合、アウトカムを社会経済的な効果として位置付けるのは相応しくなく、最初の定義に従って、「意図した結果（intended results）」が何に相当するかを検討することが望ましい。以下では基礎研究（基礎よりの応用研究も含む）におけるアウトカム、アウトプットの展開の仕方を解説する。

1)　当該施策における研究開発に係わる活動努力を列挙する
- 実験、論文執筆、研究発表、シンポジウム開催（＝アクティビティ）

2)　アクティビティの水準を把握する
- 実験記録、論文数、研究発表回数、シンポジウムの参加者数（＝アウトプット）

3)　アウトプットに対して、当該施策の目的から照らし合わせ、重要なものを絞り込む
- 目的：「世界最高水準の研究成果を挙げる」
  →実験結果のベンチマーク（チャンピオンデータとの比較等）
  目的：「最先端研究開発領域における知の創造．．．」
  →新発見、研究成果の注目度、論文引用度

※　アウトプットに対して目的からハイライトを当てた時に重要な研究開発成果が得られており、それを客観的に裏付けるエビデンスが用意できれば、対象となっているアウトプットは形式的にはアウトカムと言える。

基礎研究などの研究開発施策モデルでは、アウトプット＝アウトカムという図式が形式的に成り立つが、それは得られたアウトプットが目的に照らし合わせて本質的な価値を有しているかどうかに依存する。この価値に対する何らかの客観的なエビデンスが用意できない場合には、基礎研究や基盤型の研究開発施策モデルにおいては「アウトカムがない」（つまり、意図した結果が得られなかった）と判断せざるを得ないことになる。

このタイプの研究開発施策モデルの評価において重要なことは、多様な価値を判断する基準をあらかじめ認めておいて、研究開発実施者をエンカレッジし、より研究開発活動を活発化するような仕組みを築くことである。